المكتبة العالمية

شانتال ديكو

بيير بنوا جولي

ترجمة : أسعد مسلم

دار المستقبل العربي

البيوتكنولوجيا




البيوتكنولوجيات

المكتبة العالمية



شانتال ديكو و بيير بنوا جولي

ترجمة : أسعد مسلم



دار المستقبل العربي

يشكر المؤلفان كل من أبدوا لهما النصح والملحوظات والنقد ، خاصة Pascal Bye, Bertrand Clave, Robert Magnaval,
Olivier Marcant, Jacques Prades, Laurent Faibis

البيوتكنولوجيات ، شانتال ديكو و بيير بنوا جولي
هذا الكتاب ترجمة عربية
للنسخة الفرنسية من كتاب
Les biotechnologies,
Chantal Ducos Pierre-Benoît Joly
الصادرة عن :
La Découverte, Repères, 1988

تمت الترجمة بالإشتراك مع قسم الترجمة
بالبعثة الفرنسية للأبحاث والتعاون بالقاهرة .

ترجمة : **أسعد مسلم**
الغلاف : **يوسف شاكر**

الناشر : **دار المستقبل العربي**
٤١ شارع بيروت ــ مصر الجديدة ــ القاهرة
ج . م . ع ، ت : ٢٩٠٤٧٢٧

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية : ٧٨١٠ / ١٩٩٢
الترقيم الدولي : ISBN ٩٧٧ ــ ٢٣٩ ــ ٠٤٣ ــ ٤

مدخـــل

البيوتكنولوجيا : ولدت هذه الكلمة منذ حوالى خمسة عشر عاما ولكنها أصبحت اليوم من ألفاظنا الشائعة . إنها أبعد ماتكون من فراغها من كل مضمون عاطفى ، بل إنها تحمل مشاعر متنوعة جداً تتراوح بين التعجب أمام الامكانات الهائلة التى فتح أبوابها الاستخدام اللامحدود تقريبا لما هو حي ، والأمل فى أن يتم التوصل قريبا إلى تطبيقات اقتصادية خرافية ؛ ولكنها تنطوى أيضا على مخاوف عديدة : إلى أين تسير بنا البيوتكنولوجيات التى تساهم في كشف النقاب عن أسرار الحياة ؟

إن أول الأمثلة التطبيقية التى ذكرتها الصحافة إنما هى انعكاس لهذه الآمال ولهذه المخاوف ، وتقدّم البيوتكنولوجيات كأنها قبعة ساحر خرافية تخرج « بقرات ضخمة بحجم الفيلة » وأطفالا حسب الطلب ونباتات تتفتح وسط الصحراء ، والانتصار الفورى تقريبا في مكافحة بعض الأمراض الكبرى (الإيدز والسرطان) ...

إن البيولوجيا أو (علم الأحياء) التى أصبحت بعد الآن في مصاف العلوم الكبرى مثل الفيزياء ، تشكل القاسم المشترك لكل هذه الانتصارات العلمية ، وستعرف سريعا البيوتكنولوجيات على أنها مجمل التقنيات والمعارف المرتبطة باستخدام ماهو حي في عمليات الانتاج المنبثقة من أوجه التقدم الحديثة التى حققتها البيولوجيا الجزيئية .

هذا الكتاب مكرّس لوصف دقيق للتقنيات وتطورها أقل مما هو مخصص لتفسيرها الاقتصادى والاجتماعى . إن تفتح البيوتكنولوجيات يحدث فى سياق اقتصادى يشكو من أزمة عالمية باقية . ويرى العديد من المراقبين فى هذه التكنولوجيات الجديدة وسيلة متميزة لتجدد بعث النشاط . فكيف إذن لانتساءل عن العلاقات بين العلم والتقنية والاقتصاد كى نلقي ضوءاً على ظروف ظهور البيوتكنولوجيات (الفصلان ١ و٢) ؟ ترد البيوتكنولوجيات ضمن تحول عالمى للنظام التقنى بالاتصال الوثيق مع تطوّر العالم الاقتصادى. كيف تترابط العلاقات بين البيوتكنولوجيات والأزمة الاقتصادية وكيف تندمج فى العالم التجارى ؟ هل ستشكل أسس قطاع صناعى حديث كما يعتقد ذلك بعض المراقبين ؟ أم ، على عكس ذلك ، ستنتشر تطبيقاتها تدريجيا فى النسيج الاقتصادى برمته ؟

مثل كل « التكنولوجيات الرفيعه » للبيوتكنولوجيات والتطبيقات التجارية المترتبة عليها علاقات وثيقة جدا بالبحوث الأساسية . وهذه الخاصية تنبت أشكالا جديدة من العلاقات بين البحوث والصناعة وتنبىء بتغيرات جذرية فى النظام التقليدى لإنتاج المعارف .

إن البيوتكنولوجيات ، بقدرتها الاشعاعية والإنمائية الهائلة ، تشكل عاملا صناعيا ضخما (الفصلان ٣ و٤) . وهكذا ، على الرغم من تطبيقات لاتزال قليلة العدد وبقاء شكوك تكنولوجية كبيرة جداً أحيانا ، العوامل الاقتصادية التى أخذت تشارك فى هذا الميدان أصبحت عديدة ومتنوعة جداً . أى دور ذلك الذى تلعبه حاليا ومستقبلا شركات التكنولوجيا فى النسيج الصناعى ؟ وكيف ستدمج المجموعات الصناعية هذه التكنولوجيات الجديدة فى استراتيجيتها ؟

وأخيراً ، تدخل البيوتكنولوجيات فى نطاق العلاقات الاجتماعية وتثير مسائل ذات طابع أخلاقى وفلسفي (الفصول ٥ و٦ و٧) . هل هذه التكنولوجيات الجديدة ، كما يعتقد البعض ، محايدة ، على أن تكون تطبيقاتها وحدها « حميدة أو سيئة » ؟ إن الدلائل الحالية تشير ، عكسا لذلك ، الى أن

البيوتكنولوجيات ، مهما كان استعمالها ، توجهنا تدريجيا نحو تطور فى علاقاتنا مع ماهو حي ، سواء أكان ذلك فيما يخص طبيعة الانسان أو تصورنا له ذاته . ولكن ألم يكن هذا التطور مكتوبا ؟ ألم يكن حتميا بما أننا اكتشفنا أسرار الحياة ؟

أولا ــ هل البيوتكنولوجيات وليدة الأزمة ؟

عادة ماتقدم نظريات مختلفة لتفسير نشأة البيوتكنولوجيات من وجهة نظر اقتصادية . ومن بينها ربما كان تناقص الموارد الطبيعية غير المتجددة الذى كشفت عنه أزمة النفط ، أكثرها ارتباطا بالوضع الاقتصادى ، فكثيراً ماذكر هذا التناقص فى أواخر السبعينيات ، ولكنه قلما يشار اليه اليوم والحقيقة أنه من اللازم تجاوز هذه التفسيرات الجزئية باعادة إدراج التغير التقنى فى إطار نظريات الدورات الطويلة .

إن مقومات البيوتكنولوجيات تظهر عندئذ بكامل حجمها : فهى ، إذ تهيىء الاحلال التدريجى لقوانين البيولوجيا محل المبادىء الفيزيائية الكيميائية التى تستند إليها الوسائل الصناعية التقليدية ، تساهم فى التحول الحالى للنظام الاقتصادى . غير أن البيوتكنولوجيات ليست بعد ، أساسا ، الا احتمالا إنمائيا . فليست المشكلة إذن الاهتمام بالنقطة التى وصل اليها التغير التجارى ، اذ أنها لاتزال بعد غير محددة أساسا . والظروف الملموسة لعملية التغير هذه والتى تحدد تحديداً كبيراً التطورات اللاحقة ، تقع ، بعكس ذلك ، فى صميم التحليل .

الأزمة النفطية والبيوتكنولوجيات

فى عام ١٩٧٣ ، تضاعف سعر برميل النفط الخام أربع مرات . وقد هزّ

هذا الحدث الأسس المادية لنمو صناعى قائم على توافر المواد الأولية والطاقة بمقادير كبيرة . وأخيراً بدأت السلطات العامة تأخذ بجدية استخلاصات تقرير Meadows وانتقادات نادى روما . إن موارد المناجم والطاقات الأحفورية الأصل أخذت على حقيقتها : أنها موارد غير متجددة متاحة بكميات محدودة . فأزمة النفط ساهمت اذن فى التساؤل عن النموذج الاقتصادى التقليدى ، وانبثاق منطق اقتصادى جديد تلعب فيه القيود المرتبطة بالمجال الفضائى وبالموارد المتجددة دورا اساسيا .

فى هذا التطور ، تبدو البيوتكنولوجيات على أنها وسيلة للتحرر من القيود المرتبطة بالموارد الطبيعية . وهى ستساعد ، على مايبدو ، الاستعمال المطرد للموارد المتجدده . وهكذا فإن الكتلة الحيوية لن تحلّ محل النفط كمصدر للطاقة فحسب ؛ وإنما أيضا كمادة أولية لانتاج المواد الوسيطة الكبرى للكيمياء العضوية . وإذ تحل البيوتكنولوجيات والوسائل الانزيمية فى الصناعة الكيميائية ؛ محل الأساليب الحفرية ، تسهم أيضا فى الاقتصاد فى الطاقة . كما أن البيوتكنولوجيات تستطيع أيضا الاسهام فى صيانة البيئة والحفاظ عليها : إنه من المنتظر خلق سلالات مجهرية جديدة تستخدم فى وسائل إزالة التلوث (المد والجزر الأسود ، معالجة القمامةالمنزلية والمياه المستهلكة ...) .

وهذه الاشارات إلى إدارة الموارد الطبيعية ، التى كثرت فى السبعينيات ، تكاد تنعدم فى المداولات الحالية . وقد توجد لذلك عدة تفسيرات . فبينما تبدو خطط انتاج الطاقة من الكتلة الحيوية (البرازيل ــ الهند) كأنها محاولات فاشلة على الصعيد الاقتصادى ، تشكل صناعة الدواء مجال التطبيق الأول للبيوتكنولوجيات . غير أن المنطق الإنمائى لهذه الصناعة ليس مرتبطاً إطلاقا بالموارد المتجددة . ومن جهة أخرى ، فإن التنبؤات المنذرة الخاصة بنضوب الموارد الطبيعية لم يتم التحقق منها على الاطلاق ؛ لأن حجم الموارد المتاحة يفسَّر على أنه متغيّر اقتصادى يتوقف على حالة التقنية ونظام السعر أكثر مما يعتبر متغير فيزيائى قاطع .

الدورات الطويلة : التكنولوجيا والتدمير الخلاق .

فى العشرينيات ، أتاحت أعمال الاقتصادى الروسى Kondratieff التدليل ، ابتداءً من احصاءات طويلة الامتداد ، على إنه منذ الثورة الصناعية ، اعترت النشاط الاقتصادى ذبذبات طويلة الفترة . او « الدورات الطويلة » التى تدعى أيضا « الكوندراتييفات » مدتها حوالى خمس وخمسين سنة . ومنذ أعمال Schrumpeter يحدد عامة مكان الظاهرة التكنولوجية فى محور تفسيرات الدورات الطويلة . وقد أمكن التحقق ، من جهة ، من التطابق القائم بين مراحل النمو الطويلة والمراحل الكبرى لنشر الابتكارات ، ومن جهة أخرى مراحل الكساد الطويل وتنقيح هذه الابتكارات .

خلال الدورات الأربع التى لوحظت ، سيطر على مراحل التوسع نشر أنظمة تقنية جديدة : الآلات الجديدة التى تدور بالبخار (١٧٨٩ ــ ١٧٩٣ إلى ١٨١٦) ، الآلات المنتجة صناعيا ونموذجها قاطرة السكة الحديد (١٨٥٠ ــ ١٨٧٣) ، أنظمة الآلات التى تدار بمحركات كهربائية والمستخدمة مثلا فى صناعة السيارات (١٨٩٥ ــ ١٩١٩) ؛ الانتاج بتدفق مستمر والأنظمة شبه الآلية المرتبطة بالألكترونيات (١٩٤٠ ــ ١٩٤٥ الى ١٩٦٥ ــ ١٩٧٠) . وهكذا فى كل مرحلة تظهر فروع مسيطرة ستشكل العناصر المحركة للنمو الاقتصادى . ومثل هذا الرسم التحليلى يفترض ضمنا أن التكنولوجيات عند ظهورها تحمل معها قدرة إنمائية تهيىء مكاسب انتاجية (وهو الشرط اللازم لنمو اقتصادى موسع) ولكنها تُستهلك مع الوقت (نظرية العائد المتناقص للتكنولوجيات) .

إن فترات الكساد تعتبر إذن كمراحل تجدد النسيج الاقتصادى . وتفسر الأزمة فى هذا النطاق كأنها عملية تدمير خلاق . إن الانتقال بين نظامين تقنيين يحدث تدميراً لرأس المال المنتج فى الأفرع المتقادمة (مثل صناعة الصلب حاليا) ، بينما تطوير انظمة جديدة (الحاسبات الآلية والمواد الجديدة ، الفضاء ، البيوتكنولوجيات) مازال ينطوى على شكوك كبيرة .

فى نطاق هذا التحليل ، يمكن اعتبار البيوتكنولوجيات أنها أقطاب تنمية جديدة تمكن ، باعادة بعث أرباح الانتاجية ، من الأخذ بنظام نمو جديد . وشرك مثل هذا المفهوم مزدوج : أولا تصور الدورات بنزعة ميكانيكية والتاريخ بصورة دورية (فترة نمو تتبع حتما فترة كساد) ، ومن جهة أخرى تفسير التطور الاقتصادى والاجتماعى بحتمية تكنولوجية صارمة . الا أن كل دورة تتميز بنسب جديدة لرأس المال الى العمل ، وبظهور أشكال جديدة من التنظيم الانتاجى (المصنع ــ الصناعة ــ المجموعات الصناعية والمالية) بقدر ماتتميز بظهور تقنيات جديدة .

البيوتكنولوجيات والنظام التقنى الجديد

تندرج البيوتكنولوجيات فى إطار تحول أساسى لمجتمعاتنا ، يصعب اليوم تصور آثاره ومقوماته . ويمكن الاعتقاد بأن قوانين البيولوجيا ستحل تدريجيا محل المبادىء الفيزيائية الكيميائية التى هيمنت حتى الآن على الحياة الاقتصادية والفكرية والاجتماعية . وإحلال التفاعلات الأنزيمية محل أساليب الحفز يشكل مثلا ملموسا ، ولكنه جزئى ، لذلك . كما أن انتشار المفاهيم الحيوية فى العلوم الاجتماعية ملموس جداً . ودون الذهاب الى تطرف البيولوجيا الاجتماعية التى تقترح تنظيم المجتمع على أساس اعتبارات الهندسة الوراثية والقوانين الحيوية ، نستطيع مثلا أن نلحظ نشأة تيار تحولى فى الاقتصاد .

إن البيوتكنولوجيات فى مجملها تشكل طريقة جديدة لتصور وحل مشاكل محددة . إنها لن تشكل قطاعا جديداً ولكنها ، مثل معالجة المعلومات بالوسائل الألكترونية ، ستنتشر فى كل الأنشطة الانتاجيـة القائمـة . إن النتائج الشاملة لانغماس البيوتكنولوجيات فى المجتمع ، لايمكن تصورها فعلا ، خاصة من ناحية وجهة نظر مايجدر تسميته بالأخلاقيات الحيوية . (أنظر الفصل ٧) .

سوف تشكل البيوتكنولوجيات أداة ستدعم اتجاهات النظام الانتاجى الجديد ،

خاصة إزالة السمة المادية والانتقال التدريجي من **صناعة المنتجات** الى **صناعة الوظيفة** .

ضرورة تحليل عملى لأشكال التغير

يقال إن كل ذلك مثير جداً . ولكن بعد تجاوز هذه الاعتبارات العامة ، هل تشكل البيوتكنولوجيات عاملا للخروج من أزمة ؟ . وهل ستمكن من خلق فرص عمل ؟

يجيب رجال الاقتصاد على مثل هذه الأسئلة باقتراح إطارات تحليل لا حقائق مؤكدة وعلى سبيل المثال يجدر عادة التمييز بين ثلاث مراحل فى ظهور التكنولوجيات الجديدة : مرحلة التصور ، مرحلة صنع « الآلات » ومرحلة استعمالها . وبما أن هذه المراحل الثلاث تتطلب مقادير مختلفة من العمل والتخصصات ، فإن التحول من وضع تكنولوجى الى آخر يثير « مشكلة انتقال » ويسبب مايطلق عليه البطالة التكنولوجية . الا أنه ينبغى الادراك أن بعد التحول ، نقطة الوصول التى يشكلها استقرار الوضع التكنولوجى الجديد ليست معروفة . إن التغير التقنى ليس له مقابل من الحتمية القاطعة ونقطة الوصول ذاتها غير محددة .

ومن جهة أخرى ، مسألة العمالة التى تثار بالنسبة لتكنولوجيا خاصة تفتقر الى الصلة الوثيقة بالموضوع . فالواقع أن العمالة هى فى أساسها مشكلة توازنات اقتصادية كلية كبرى . وهكذا لاتتمثل فى معرفة كم فرصة عمل نشأت فى هذا القطب التقني أو تلك المؤسسة العاملة فى البيوتكنولوجيات . ومهما كان الأمر فأن التحاليل لاتخطىء فى ذلك حيث إنها تتناول عادة « شروط العميل » ونادرا العمالة . والسؤال الذى يمكن أن يثار هو معرفة ما إذا كانت التكنولوجيات الحيوية يمكن أن تسهم فى بعث الانتاج والاستهلاك من جديد ببعث أرباح الانتاجية مجدداً .

لكن هنا أيضا ، علاوة على أن مفهوم وقياس الانتاجية ينطبقان انطباقاً سيئاً جداً على المنتجات الجديدة ، فثمة خطر الضياع ، فى هذا المجال فى « متاهات الرواسب » وكثيراً ما يُدعى أن البيوتكنولوجيات قد تحسن فى آن واحد انتاجية العمل وانتاجية رأس المال ولكنها ليست قادرة على إعادة تنشيط الاستهلاك لأنها تخلق القليل من المنتجات الجديدة (ومن ثم لاتقترح « معايير » استهلاك جديدة) . وربما قد لايكون فى الأمر الا ظاهرة بصرية . فالمعروف فى الواقع أن التطبيقات الأولى لتكنولوجيا جديدة تشكل عادة للإحلال محل التكنولوجيات التقليدية . فلا تظهر قدرة تلك التكنولوجيا على التطور إلا تدريجيا .

وعلى هذا النحو ، قد يبدو نمط الاجابات على الأسئلة الكبرى التى تطرح مشوبا بالحذر والتردد . إننا نشاهد اليوم المراحل الأولى من عملية تغير مازالت نقطة الوصول فيها غير محددة بقدر كبير . إلا أن الكيفية التى يجرى بها هذا التغير لها أثر ملحوظ على نقطة الوصول . إذن ، سنحاول فى هذا الكتاب اقتراح تحليل عملى للأشكال التى يتشكل بها هذا التغير .

ثانيا ـــ من أوجه تقدم العلم الى عرض التكنولوجيات

تصفّح أية مجلة متخصصة فى البيوتكنولوجيات ، تجد فيها اليوم تجارب مقارنة تصف اداءات أجهزة تتابع أو تخليق الجينات(*) . فى الحقيقة ، اذا كان منذ عرض قوانين مندل Mendel فى سنة ١٨٦٥ انتقل عالم البيولوجيا من **مرحلة تفحص** الكائنات الحية ، الى **مرحلة إدراك** القوانين الأساسية للوراثة والتكوين المعمارى لما هو حي ، فان الأعمال التي بدأت بعد الحرب العالمية الثانية مع علم الوراثة الجزيئي توفر اليوم وسائل قوية للغاية للتأثير على ماهو حي . فلم يعد فقط من المستطاع عمليا عزل أية جينه من أى كائن حي (كائن مجهرى أو نبات أو حيوان) لنقله الى أى كائن حي آخر ، بل أيضا تركيب جينات جديدة تقابل وظائف مستحدثة فى مجال ماهو حي .

وكيف تندمج هذه التقنيات فى المجال التجارى ؟ وماهى تطبيقاتها الحالية والمستقبلة ؟

فترة الحَبلَ ـــ من العلوم الحيوية الى البيوتكنولوجيات

يندر مصادفة مفهوم تتباين تعاريفه فى المجال وفى الزمن مثل تعاريف البيوتكنولوجيات (على سبيل المثال لذلك ، يرجع الى التعداد الذى وضعته

الأرقام بين علامة [ ] ترجع إلى المؤلفات الصادرة في الموضوع .

منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية [١٤]) فمن تعاريف مبسطة ، اتيمولوجيه (تقنيات ماهو حي) الى تعاريف معقدة وشاملة : « مجموعة متفاعلة من التقنيات تتكامل فيها مجالات التقدم التى أحرزتها الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية وعلم الوراثة والعلوم الهندسية . وهى تقترح من جهة بدء فك أسرار آليات الحياة ، ومن جهة أخرى الاستفادة من امكانات التحول والتراكب للخلايا التى لنواتها غلاف وتلك التى نواتها مجردة من الغلاف لتوفر للانسان منتجات غاية فى التعقيد الكيميائى بل وحتى كائنات حية ([٢] ص ١١) .

وعلاوة على هذا التنوع ورغما من أنه كثيراً ماتتضارب البيوتكنولوجيات الجديدة مع البيوتكنولوجيات التقليديه ، فان ظهور الكلمة ذاتها يشكل ظاهره حديثة جداً . وهو مرتبط بانجازين أساسيين هما : أول نقل جينه فى جامعة ستانفورد (الولايات المتحدة) فى ١٩٧٣ وأول تخليق هبرودومات فى جامعة كيمبردج (بريطانيا) فى ١٩٧٥ . (الهبرودوم هى خلية لاتموت ناتجة عن اندماج خلية طحال خروف مع خلية فأر سرطانية) . ويبين هذان الاكتشافان الامكانية الاقتصادية الهائلة المرتبطة بتقدم علوم ماهو حي ومن ثم كان إدراك المقومات الاستراتيجية الأساسية بالنسبة للدول والمجموعات الصناعية ... والعلماء . وهكذا يتقابل ظهور البيوتكنولوجيات مع الحركة الاقتصادية الراجعة إلى أوجه تقدم العلم أكثر مما يتقابل مع أوجه التقدم هذه ذاتها .

من الناحية التعليمية ، يمكن تمييز مستويات مختلفة : العلوم الحيوية والبيوتكنولوجيات بمعناها الضيق والصناعات أى مجالات التطبيقات (انظر الجدول ١) .

إن التقدم الراهن للبيوتكنولوجيات مرتبط بالتطور السريع « للعلوم الحيوية » خلال القرن العشرين . وربما كان أكثر التقدم حسما الانتقال من علم الوراثة الذى يدرس قوانينها (والذى ترجع نشأته كعلم الى أوائل القرن العشرين ، مع عودة اكتشاف أعمال مندل) الى نهج يمت الى علم الأحياء (البيولوجيا) الجزيئي (راجع الوارد داخل إطار فيما يلى)

جدول (١)
من أوجه تقدم العلم إلى البيوتكنولوجيات

العلوم الحيوية	البيوتكنولوجيات	الصناعات
علم الوراثة	الهندسة الوراثية	الصحة
علم الأحياء الجزيئي	الهندسة الإنزيمية	الزراعة الغذائية
الكيمياء الحيوية (البيوكيمياء)	هندسة المناعة	الكيمياء
علم الأحياء المجهرية	التخمرات	الزراعة
علم الأنزيمات	الاستنباتات البكتيرية	الطاقة
علم المناعه	الفصل والتنقية	البيئة
البحوث الأساسية	البحوث والتطوير والانتاج	الأسواق

المصدر : [١١]

يبدو أن برنامج بحوث علم الأحياء الجزيئى مرتبط إرتباطا وثيقا بأعمال الفيزيائى Max Delbruck فى بداية الأربعينيات . وقد حدد ضرورة دراسة الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للجينات وينبغى ، بصفة خاصة ، تفسير قدرة هذه الجزيئات الخاصة على التناسق بكيفية مماثلة لذاتها . وتقدم برنامج الأبحاث هذا تقدما سريعا جداً ، حيث أنه منذ ١٩٥٣ كشف واطسون وكريك «Watson & Crick» « سر الحياة » اذ بينا أن جزيئات الـ ADN التى تشكل الجينات ، لها بنية خاصة جداً هى (الحلزونة المزدوجة) التى تتيح التناسل المتماثل . والى جانب هذا البرنامج المحورى ، تتطور أيضا الكيمياء الحيوية بسرعة كبيرة : فقد اكتشف فى بداية الخمسينيات أن البروتينات (التى تشكل فى آن واحد هيكل وأساس

التفاعلات الكيميائية الحيوية للكائنات الحية) تتكون من سلاسل من الوحدات البدائية : الأحماض الأمينية . وقد نشر عالم الكيمياء الحيوية البريطانى Frederick Sanger فى ١٩٥٣ بنية جزيئه الأنسولين (الهرمونة الضرورية لمرضى السكر) . وقد مكنت هذه المعلومات من وضع نظريات عمل واكتشاف آليات المدونة الوراثية . (راجع النص الوارد داخل إطار فيما يلى) . ويلعب علم الانزيمات (مع اكتشاف أنزيمات التقيد) أيضا دورا حاسما إذ يوفر لعالم الأحياء الجزيئية الأدوات التى لاغنى عنها لاجراء نقل الجينات . ويحدد Marcel Blanc [١٩] فى كتابه القيم قاسما مشتركا للاكتشافات العديدة التى تتجه نحو النشأة التدريجية للبيوتكنولوجيات وهي ، بصورة شاملة ، الانتقال من علم وصفى الى تصور ذى نزعة ميكانيكية محدّدة للطبيعة . ويفسر هذا الانتقال بتأثير الفيزياء « علم العلوم » فى إعادة النظر فى العلوم الحيوية وفى تقدمها . ويؤكد هذا التأثير اشتراك العديد من علماء الفيزياء فى نشأة الهندسة الوراثية الجزيئية . وتشجعه تشجيعا واضحا بعض الهيئات (منها مؤسسة روكفلر) ، التى تخطط لتحويل البيولوجيا الى علم / عمل بالمساعدة على خلق « مناطق حدّية للبحوث تختلط فيها الفيزياء والكيمياء مع البيولوجيا . والحث على خلق فرع جديد ـــ البيولوجيا الجزيئية ـــ قادر على اكتشاف أسرار المكونات النهائية للخلايا الحية » .

غير أن التمييز بين العلم والتقنية (كما يبدو مثلا فى الرسم البيانى ١) ، يستند الى مفهومين : أولا اعتبار العلم كأنه مجموعة من المعرفة خارجية النمو ومنفصلة انفصالا واضحا عن التطبيقات التقنية ؛ ثانيا : اعتبار التقنية أنها مجال تطبيق العلم ، مجرد من منطق خاص به .

دون التعرض لمناقشة مفهوم العلم ، يبدو أن هذه التصورات لم تعد مقبولة لأن المعارف « الموضوعية » (المنبثقة من العلم) تشكل عاملا اقتصاديا مباشراً . ومن وجهة النظر هذه ، يقدم انبثاق البيوتكنولوجيات نوعين من النتائج وفى المقام

الأول ، لم يعد من المستطاع التمييز بوضوح بين المعلومات (أو البحوث) الأساسية ، والمعلومات (أو البحوث) التطبيقية : أن معظم البحوث الأساسية (الأعمال المتعلقة بالتتابعات المعززة وبنية البروتينات ..) لها تطبيقات مباشرة . ويؤدى الأمر فى بعض الحالات الى استعمال عبارة « البحوث الأساسية الهادفة » (العلم الموجه نحو التطبيقات) .

المراحل الرئيسية لتطور العلوم الحيوية

١٨٦٥ ــ عرض غريغور مندل Gregor Mendel قوانين الوراثة الناشئة عن اختباراته على نبات البسلة المجعّده (قوانين مندل) . النظرية الأولى : « الخصائص الوراثية تنقلها « عوامل » هى الجينات (أساس علم الوراثة) .

١٩١٥ ــ بفضل أعمال توماس هـ .مورجن Thomas H.Morgan أصبح معروفا أن الجينات هى كيانات تظهر على الكروموزومات (قضبان دقيقة توجد فى نواة خلايا الكائنات الحية) .

١٩٤٠ ــ بدأ عالم الفيزياء Max Delbruck (تلميذ Niehls Bohr) دراسة الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للجينات . وهو يعتبرها جزيئات طبيعتها الأساسية التناسل المتماثل . وقد كان ذلك منشأ علم الوراثة الجزيئى (معادل الفيزياء النووية) .

١٩٤٤ ــ بيّن Oswald T.Avery أن الجينات هى جزيئات الـ ADN .

١٩٥٣ ــ وضّح عالم البيولوجيا الأمريكى James Watson وعالم الفيزياء الحيوية البريطانى Francis Crick مايسميانه هما ذاتهما « سر الحياة » : الـ ADN المكون من حلزونة مزدوجة ، كل حلزونة مكونة من تركيبات أربع قواعد أو « نواتيد » : الادينين (A) والجوانين (G) والتيمين (T) والسيتوزين (C) . تتحد نواتيدات سلسلة مع نواتيدات السلسلة الأخرى وفقا لقانون دقيق . ويمكن ذلك الـ ADN من التكرار المتماثل . وهذه القواعد الأربع شاملة : أنها توجد فى جميع الكائنات الحيّة .

١٩٥٣ : أطلق George Gamov (عالم فيزياء أمريكى روسى الأصل) النظرية التالية : تشكل الجينات رسائل حسب مفاتيح معينة تتحكم فى تركيب البروتينات ، المفتاح (كود) الوراثى المكتوب فى أبجدية من أربعة رموز (A,T,G,C) يترجم فى أبجدية من ٢٠ رمزاً (الأحماض الأمينية العشرون التى تشكل البروتينات) . وتشكل هذه اللغة نوعا من اللغة العالمية البيولوجية بفضل عالميتها وبساطة مفهومها .

١٩٦١ : توصل عالم البيولوجيا الأمريكى Marshall Niremberg إلى التدليل على أن القواعد الثلاث T T T تقابل الحمض الأمينى ــ فنيل ــ انالين - acide aminé) . phényl-analine)

١٩٦٦ : تم فك مفتاح (كود) المدونة الوراثية بأكمله . وفى بداية الستينيات أيضا ، بيّن Jacques Monod, و François Jacob أن تركيب البروتينات لايتم بالتلامس مع الحلزونة المزدوجة بل يتحقق فى السيتوبلازم بواسطة الـ A R N حامل الرسالة .

١٩٧٠ : وصف سميث Smith و ولكوكس Wilcox وكيلى Kelly الأنزيمات المقيدة من النوع ٢ التى تقطع تتابعات الـ A D N فى أماكن محددة . وهذا حدث حاسم فى تطور أدوات الهندسة الوراثية : أنه يوفر لعالم البيولوجيا الجزيئية وسائل عزل الجينات .

١٩٧٣ : نجح هربرت بواييه وستانلى كوهين Herbert Boyer & Stanley Cohen من جامعة ستانفورد (كليفورنيا) فى أول نقل جين فى ال Escherichia Coli

ولايمكن التمييز فى هذا المجال بين مبدأ موضوعية العلم ومبدأ كفاءة التقنية . وهذا التداخل بين العلم والتقنية الذى يميز البيوتكنولوجيات ، يثير العديد من المشاكل (سنصادفها فى الأجزاء الأخرى) . ونظرا الى أن هذا التداخل ، لايجرى تقدم المعلومات الأساسية بصورة مستقلة . فان هذا التقدم مرتبط بأولويات فى توجيه البحوث تحدد وفقا للعوامل الاقتصادية .

والنوع الثانى من الآثار مرتبط بتطور توفر الأدوات ومع مراعاة العوامل الاقتصادية نشأت صناعة صغيرة . إنها تقدّم أدوات ذات أداء مطرد الازدياد ، ستحول شروط اختبار البحث « الأساسى » ويبين مثلان أهمية تطور تقنيات الأدوات . فى ١٩٨٤ كان منطقيا الا يعول على اجهزه أوتوماتيكية لتركيب الـ

ADN ، ومنذ ١٩٨٥ طرحت نماذج عديدة فى السوق . فأصبح تركيب أجزاء الـ ADN مسألة روتينية ، وصنع جينات مركبة بحتة أمراً مستطاعا تماما .

وفى مجال التحليل ، أخذ التتابع الآلى للـ ADN يحل تدريجيا محل التتابع اليدوى الذى حققه فى ١٩٧٧ Makam Gilbert & Sanger . يؤكد فريق L.Hood أنه يستطيع ، بفضل جهاز صنع بدقة فى مختبره ، أن يحدد فى يوم واحد تتابع ADN طوله حوالى ١٠٠ ٠٠٠ قاعدة . وكان يلزم ٥ سنوات لباحث محنّك لتحقيق هذا التتابع بأساليب يدوية[١] . ولاشك أن المشروع الأمريكى (Human Genome Project) سيشجع هذا الاتجاه . وبفضل هذه التقنيات (الهندسة الوراثية والتتابع) أصبح من المستطاع اليوم أن يحدد بسرعة التركيب الكيميائى لكل مادة بروتينية . ويقول Philippe Kourilsky ، مدير بحوث فى معهد باستير والمستشار العلمى لمؤسسة Transgène : أصبحت الهندسة الوراثية وسيلة تقنية معملية يلجأ اليها كثيراً مثل النابذة (جهاز الطرد المركزى) وجل الاستشراد Gel d'electrophorèse . وبتغيير شروط التجربة يحكم تطور التقنيات التجريبية توجيه البحوث « الأساسية » .

فترة الانبثاق : من الجامعة الى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا .

بداية من اكتشافات كوهين وبوابيه Cohen & Boyer (١٩٧٣) وميلستاين Milstein وكوهلر Kohler (١٩٧٥) ، أخذت التطبيقات التجارية تتحقق بسرعة فائقة : ففى عام ١٩٨١ تم التصريح بتسويق مجموعات من

(١) J.Davies: «Le Genie Génétique» فى مجلة La Recherche, العدد ١٨٨ ، مايو ١٩٨٧ ص ٥٧٦ .

ويرجع أيضا إلى مؤلف L.Roberts وعنوانه «New Sequences to take on the Genome» فى مجلة Science المجلد ٢٣٨ سنة ١٩٨٧ صفحات ٢٧١ — ٢٧٣.

التشخيص الأولى التى أساسها الأجسام المضادة الأحادية الاستنبات المتماثل (المنتجة من هبرودومات) وفى ١٩٨٢ أجيز فى أوروبا بيع أول لقاح (حيوانى) أساسه الهندسة الجينية .
وبين هذين التاريخين ظهر نسيج اقتصادى بدائى وظيفته جلب رؤوس الأموال وتوجيهها نحو التطبيقات التجارية ذات المستقبل المرموق . وقد تحقق لقاء الباحث برجل المال قبل وضع استراتيجيات المجموعات والسياسات الحكومية ، وتشاركا فى خبراتهما لتطبيق نظام التطوير الذى اتبع فى الالكترونيات الدقيقة ، على البيوتكنولوجيات . واذ نعرض المراحل الرئيسية للتطور التجارى للتكنولوجيات الحيوية ، سنميز السياق التجارى الذى ساد فى فترة الانبثاق هذه . وسنتعرض ، فى مرحلة ثانية ، للخصائص المحددة للبيوتكنولوجيات وآثارها من ناحية القطاعات التطبيقية .

لقاء الباحث والمموّل فى الولايات المتحدة

بعد الحرب العالمية الثانية ، بدا العلم كوسيلة أساسية لتشجيع الازدهار الاقتصادى ، وتحسين « رفاهية البشرية » . وبناء على ذلك بدأت علوم ماهو حي تفيد من مجهود بحثى أساسى هام . وعندما ظهرت فى بداية السبعينيات القوة الاقتصادية المحتملة لتطبيقات علوم الحياة ، تميزت الولايات المتحدة باتحاد عاملين : فمن جهة ، بفضل جهود البحث التى بذلتها الجامعات ، جمعت الولايات المتحدة أكبر عدد من العلماء ذوى المستوى الرفيع فى هذا المجال ، ومن جهة أخرى ، كانت الولايات المتحدة تستفيد من التجربة الحديثة التى شكلها التطور الاقتصادى والتجارى لصناعة فى مقدمة الصناعات وهى صناعة الألكترونيات الدقيقة .
هذا العامل الأخير أساسى بقدر مايوفر على هذا النحو ، للولايات المتحدة ، « نموذج تطوير نسيج اقتصادى جديد ، إبتداءً من تكنولوجيات ناشئة » . ويستند هذا النموذج الى صعيدين : على الصعيد التنظيمى ، مكنّت

الطريقة الكاليفورنية من تضافر خبرات الباحثين وخبرات رجل الأعمال . فهذه الطريقة تيسر إذن اجتذاب رجال الجامعات وتشغيلهم فى برامج لها تطبيقات تجارية سريعة . وعلى الصعيد المالى ، يتيح نظام رأس المال المخاطر تعبئة رؤوس الأموال للاستثمار الضخم فى مشروعات سابقة للتطوير . ويعوض احتمال الكسب المرتفع فى فترة زمنية وجيزة مخاطر هذه المشروعات . فالمقدر أن يسترد الممول المقامر رأس ماله الأصلى مضاعفا خمس أو عشر مرات .

وعلى هذا النحو تتميز المراحل الرئيسية لتطور البيوتنكولوجيات تميزاً شديداً بدينامية « المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا » ، التى كانت الأولى فى تحديد المنافذ التجارية الرئيسية : إنتاج مواد دوائية إبتداءً من الهندسة الجينية والتشخيصات البشرية ، بداية من أجسام مضادة أحادية الاستنبات الوراثى المتماثل[1] ، أو النباتات أو الحيوانات المطورة جينيا ، والمعدات والتوريدات المرتبطة بالأساليب والطرق الجديدة للبيوتكنولوجيات .

الأحداث الرئيسية فى التطوير التجارى للبيوتكنولوجيات

١٩٧٣ ــ أول نقل لجين فى E.Coli قام به Boyer & Cohen

١٩٧٤ ــ حقق Cesar Milstein و George F.Kohler (من معمل البيولوجيا الجزيئية بكمبريدج بالمملكة المتحدة) أول هبريدوم (وهو خلية لاتموت ناتجة من اندماج خلية طحال خروف وخلية سرطانية لفأر) ينتج الاجسام الأولى المضادة ، الاحادية الاستنبات الوراثى المتماثل .

(١) الاستنبات الوراثى المتماثل هو استنبات نسخه متماثلة وراثيا لكائن حي باستبدال نواه خلية من جسم الكائن الحي بنواه بويضة غير مخصّبه .

١٩٧٦ ــ أسس Herbert Boyer (جامعة ستانفورد) و Robert Swanson (باحث عن مشاريع استثمارية)، مؤسسه Genentech لاستغلال الامكانات التجارية للهندسة الوراثية .

١٩٧٧ ــ أول إنتاج لبروتين (السوماتوستازين) الناتجة عن تركيبات وراثية متكررة (حققته مؤسسة جيننتك)

١٩٨٠ ــ قرار المحكمة العليا فى الولايات المتحدة فى قضية Diamond ضد Chakrabaty يمنح براءة خاصة بكائن حى مجهرى .
ــ براءة اختراع خاصة بطريقة نقل جينه ، منحت لكوهين Cohen وبواييه Boyer
ــ أول نشر لسعر اسهم جيننك فى سوق الأوراق المالية : صعدت الأسعار من ٣٥ دولاراً الى ٨٩ دولاراً فى ٢٠ دقيقة .

١٩٨١ ــ أول اختبارات مرخص بتسويقها للتشخيص المؤسس على أجسام مضادة أحادية الاستنبات الوراثى المتماثل .
ــ أول نشر لأسعار اسهم Cetus التى بلغت قيمتها الرأسمالية فى سوق المال ١١٥ مليون دولار فى هذا العرض على الجمهور .
ــ توقيع تعاقد بحوث بين شركة هوكست ومستشفى ماساشوستس العام (بمبلغ ٥٠ مليون دولار)
ــ إنشاء أكثر من ٨٠ مؤسسة جديدة تعنى بالبيوتكنولوجيا فى الولايات المتحدة

١٩٨٢ ــ أول لقاح حيوانى أساسه الهندسة الوراثية ، اعتمد للتسويق فى أوروبا
ــ أول منتج صيدلى أنتجته الهندسة الوراثية (الأنسولين الآدمي) إعتمد للتسويق فى الولايات المتحدة والمملكة المتحدة .

١٩٨٣ ــ أول نقل لجينة مع الظهور ، تم فى نبات (حققته فى آن واحد افرقه مونسانتو واغريجينيتكس Agrigenetics & Monsanto بالولايات المتحدة) .

بين عامى ١٩٧٥ و١٩٨٤ تأسست أكثر من مئة مؤسسة جديدة تعنى بالبيوتكنولوجيا (انظر الجدول ٢) . وأخذت تقوم تدريجيا بدور من الدرجة الأولى فى تطوير المعلومات التطبيقية ــ كانت جينتك (وهى كبرى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا) الشركة التى أنشأها هربرت بواييه فى ١٩٧٦ ، أول شركة تمكنت فى ١٩٧٣ من انتاج بروتين (السوماتوستازين) منبثقة عن تركيبات متكررة وراثية . وهذا الحدث الأول الهام الذى لم يكن له إلا فائدة تجارية صغيرة تبعه فى ١٩٧٨ إنتاج أنسولين وفى ١٩٧٩ إنتاج هرمون النمو الآدمى . وهاتان المادتان تستعملان فى علاج مرضى السكر والقزمية على التوالى . والتقنية بسيطة فى تصورها : إنها تتمثل فى **تحديد** الجينة التى تشكل مفتاح انتاج البروتين . وعزلها ونقلها الى Escherichia Coli وهى بكتيريا تمكنها من الترعرع فيهاا . وقد توصل باحثو جيننتك فى اختبارهم الأول الى الحصول على بعض مليجرامات من السوماتوستازين الآدمى بينما احتاج روجيه جيومان Roger Guillemin الذى اكتشفت تلك الهرمونة فى الخروف ، إلى أكثر من ٠٠٠ ٥٠٠ مخ لاستخراج الكمية ذاتها . وقد دللت تلك التجربة على أنه من المستطاع تحقيق انتاج وافر من المواد العلاجية الباهظة التكلفة ابتداء من بكتريات معدلة .

وبينت فى عام ١٩٧٥ أعمال ملستاين وكوهلر Milstein & Kohler الخاصة

بالاندماجات الخلوية ، انه من المستطاع خلق خلايا لاتموت ، الـ Hybridomes ناتجة عن اندماج خلايا كريات لنفاويه وخلايا سرطانية . وتنتج الهبريدومات Hybridomes أجساماً مضادة أحادية الاستنبات الوراثى المتماثل ، أو أحادية التحديد،لها خاصية التعرف على أنواع محددة من المولدات المضادة ومن ثم لاتتفاعل الا فى حالة وجود فيروس أو عوامل تلوث معروفة . فى ١٩٧٨ كانت هبريتك Hybritech ، الشركة الأولى التى تأسست فى الولايات المتحدة لتطوير اختبارات تشخيص جديدة ، ابتداء من تلك التقنية . واليوم يوجد فى العالم أكثر من ١٥٠ شركة تعمل فى انتاج هذا الجيل الجديد من الفحوص .

وأخيرا يشكل تحول النباتات المزروعة بتقنيات الهندسة الوراثية ، المجال التطبيقى الثالث الذى أخذت تغزوه المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا .
من الناحية التصورية تشكل التقنيات الجديدة أدوات قوية للغاية ، حيث أنها تمكن من تجاوز الحدود التقليدية التى يفرضها التناسل الجنسى . وفى نهاية السبعينيات ، كان يبدو اذن أنه من المستطاع الحصول على نباتات تقاوم الجفاف ونسب ملوحة مرتفعة فى الأرض ونباتات تثبت النتروجين الجوى ... وتأسست نحو عشرين شركة لتطوير هذه التقنيات وكان أكثر المعروف منها شركتا Agrigenetics و Calgène .

ولكن المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا لا تتقدم فقط فى مجال المعلومات المطبقة . إن تنقيح أساليب جديدة أو الحصول على منتجات جديدة تحثها بصفة عامة على الوصول الى « حد التكنولوجيا » ، فهى إذن تسعى إلى تطوير وتقدم معرفة أساسية . والدليل على هذا الاتجاه فى أهمية اسهامات باحثى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا فى المجلات المتخصصة ، أو فى الندوات العلمية : يقال إن باحثى Genentech نشروا عدة مئات من المقالات العلمية منذ إنشاء الشركة .

جدول (٢)

إنشاء مؤسسات جديدة فى الولايات المتحدة ، تعنى بالبيوتكنولوجيا

تاريخ الإنشاء	العدد	الإســـم
١٩٧٠ — ١٩٧٥	٥	Cetus; Bio Response
١٩٧٦	٣	Genentech
١٩٧٧	٣	Genex
١٩٧٨	٤	Biogen, Hybritech, Collaborative Research
١٩٧٩	٤	Molecular Genctics Monoclonal Antibodies
١٩٨٠	٢٦	Calgene
١٩٨١	٤٣	Genetic Systems Integrated Genetics
١٩٨٢	٢٢	
١٩٨٣	٣	
١٩٨٤	٣	

المصدر : [٤] و [١٣]

ولاينبغى أن تكون أهمية المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا فى مجال التقدم الذى أحرزته المعارف ، مثاراً للدهشة . فهى الأولى ، بحكم مرونة بنيتها (قبل الجامعة أو المجموعات الصناعية) فى تشكيل أفرقه ذات التخصصات المشتركة تجمع الاختصاصات المختلفة اللازمة لانبثاق مبتكرات فى هذا المجال . وتتكرر بالطبع هذه الصفة العلمية السائدة على صعيد تشكيل هيئة العاملين فى المؤسسات ، كما تسود أيضا انشاءها : بين ١٩٧٠ و١٩٨٦ ، كان ٣٨٪ من منشئي المؤسسات الأمريكية الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا من القادمين من

الجامعة . وهذه النسبة أكبر بكثير فى المؤسسات جديدة الانشاء (٥٢ ٪) .

إن منشئي المؤسسة الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا لايمولونها إلا بكيفية هامشية جدا لبدء تشغيلها . فسوانسون Swanson وبواييه Boyer (مؤسسا Genentech) دفعا مثلا مبلغا أصليا بصفة شخصية قدره ٥٠٠ دولار لكل منهما . ولنلاحظ عرضا أن الأسهم التى يتألف منها رأس مالهما بلغت قيمتها فى ديسمبر ١٩٨٦ ، ١٩٧٣ مليون و٨٨ مليون دولار على التوالى (حسب ماجاء فى مجلة Genetic Engineering News ، عدد فبراير ١٩٨٧) .

إن تكلفة بدء التشغيل ، دون أن تكون مرتفعة جداً ، تتجاوز القدرات التمويلية الشخصية . وقد قدرت فى ١٩٨٠ بما يتراوح بين ٦ أو ٧ ملايين دولار للسنوات الثلاث الأولى لوحدة صغيرة تعنى بالهندسة الوراثية ـــ ووحدة أكبر أكثر قدرة على البقاء تتكلف ١٠ ـــ ١٢ مليونا بينما منشأة متخصصة فى الأجسام المضادة الأحادية الاستنبات المتماثل وراثيا لاتستوعب الا ٣,٥ ـــ ٤ ملايين خلال السنوات الثلاث الأولى . ([١٣] ، ص ٢٥) . وفى مراحل التطور الأولى للبيوتكنولوجيا (١٩٧٦ ـــ ١٩٧٩) لم تكن المجموعات الصناعية والبنوك مستعدة لتمويل مثل هذا النشاط . ففى غياب الخبرة فى مجال التكنولوجيا والأسواق ، كان الشك السائد لايمكّن من تقدير المقاييس التقليدية (الأمل فى الأرباح ، المخاطرة) لقرار الاستثمار .

فى المرحلة الأولى ، تلعب هيئات رأس المال دورا أساسيا فى إنشاء الشركات . فهى تقدم رؤوس الأموال بشكل أموال فعلية أو شبه أموال فعلية مقابل مقاعد فى مجلس الادارة . وبعد سنتين أو ثلاث سنوات من الانشاء ، يتعين على الشركة أن تسوّق أول منتجاتها . وهى تعى ، نظريا ، باحتياجاتها التمويلية الجديدة (المرتبطة بالاستثمار وبالاحتياجات الخاصة بصندوق التشغيل) بادخال أسهمها فى سوق المال أو باندماجها فى مجموعة صناعية . وخلال تلك المرحلة تستعيد

هيئة رأس المال المخاطر المبلغ الذى دفعته أصلا مضافا اليه قيمة إضافية لابأس بها .

وكما رأينا فان المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا تستفيد من الوضع المؤاتى بقدر ماتكون الفرص الجديدة المرتبطة بالألكترونيات الدقيقة أقل . وابتداءً من بداية الثمانينيات ثمة عامل ثان اخذ يقوم بدور هام : الاتجاه الى الفصل بين المجال الحقيقى والمجال المالى الذى تعتبر وقائع سوق المال أحد مظاهره . فبينما كان النشاط الاقتصادى يتقدم ببعض النسب المئوية فى السنة ، كانت مؤشرات القيم المنقولة تتضاعف أربع مرات فى الأسواق المالية بين ١٩٨١ و١٩٨٦ . وقد ترجم ذلك (بين أمور أخرى) فى الولايات المتحدة بزيادة كبيرة فى رأس المال المخاطر الذى يتسم بسمة المضاربة الشديدة . ففى ١٩٨٠ كانت البيوتكنولوجيات ، بعد المعالجة الألكترونية للمعلومات والألكترونيات ، هى التى تجتذب أكثر رؤوس الأموال بنسبة بلغت ١١٪ من إجمالى رأس المال المخاطر ، وقد بلغت الاستثمارات المتجمعة فى هذا القطاع ٣٠٠ مليون دولار بين ١٩٧٥ و١٩٨٠ و٤٠٠ مليون دولار من ١٩٨٠ إلى ١٩٨٣ .

إلا أنه ابتداءً من ١٩٨٠ لم تستفد البيوتكنولوجيات من الزيادة السريعة لقدرة رأس المال المخاطر التمويلية : لقد لوحظ فك ارتباط (نسبى ومطلق) لهذا المصدر الرأسمالى . وقد حلت عند ذاك محل رأس المال المخاطر (راجع الجدول ٣) عروض الاسهام العامة واستثمارات المجموعات الصناعية وعقود البحوث فى شكل المشاركة المحدودة فى البحوث والتطوير (وهى صيغة اتفاق محدود للبحوث تستفيد من حوافز ضريبية) .

وفى يناير ١٩٨٦ تجاوزت القيمة الرأسمالية للأسهم فى سوق المال ، الخاصة بالمؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا ، أربعة مليارات من الدولارات . وقد بدت من جديد احتمالات تطوير المنتجات وشيكة التحقق بعد أن خيبت آمال المستثمرين فى ١٩٨٣ . ولم تعد البيوتكنولوجيات فى مرحلة النضوج ، ولكنها انتقلت حقا الى مرحلة التوسع التجارى لمنتجات الجيل الأول .

جدول (٣)

الاستثمار على شكل عروض عامة من الأسهم واستثمار المجموعات الصناعية والمشاركة المحدودة في البحوث والتطوير

	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥*	المجموع
الاستثمار الاجمالي (بملايين الدولارات)	٤٣,٣	١٣٩,٩	٢٠٩,٦	٥٤٢,١	١٦٤,٨	٢٦٣,١	١٣٦٢,٨**
عدد العروض العامة	٢	٤	١١	٢٤	٨	١١	٦٠

* تسعة أشهر

** منها ٧٦٩,١ مليونا عروض عامة من الأسهم و ٢٣٨,٦ مليونا من المجموعات الصناعية و ٣٥٥,١ مليونا للمشاركة المحدودة في البحوث والتطوير .

المصدر : Biotechnology Newswatch ، ١٧ فبراير ١٩٨٦

تشكيل التكنولوجيات

خصائص ثلاث للبيوتكنولوجيات لها أهمية أساسية بالنسبة للكيفية التى ستتطور بها الأنشطة الاقتصادية . فالبيوتكنولوجيات عَرْضيّة أو متراكبة أو متكاملة .

ترجع السمة العرْضيّة للبيوتكنولوجيات الى السمة العامة الشاملة لأصول القواعد الوراثية . فمهما كانت الأنواع (حيوانات ، نباتات ، كائنات مجهرية) والقطاعات المعنية ، تكون أساسا تقنيات الهندسة الوراثية دائما واحدة . إلا أن الهندسة الوراثية لن تمكن من أن تحقق وحدها ابتكاراً تجاريا . اذ يجب إقرانها بتقنيات إضافية قد تلعب فى بعض الحالات دوراً حاسما على رابحية العملية أو جدواها . فعلى سبيل المثال لانتاج مادة علاجية لايتعين فقط تخليق البكتريا المتكررة التركيب (هندسة وراثية) ، بل أيضا التحكم فى تكاثرها (هندسة التخمّر) ، وتقنيات استخراج وتنقية البروتين المطلوب . وبصفة عامة يستند إذن الابتكار الى تآلف تقنيات أولية ، ومن ثم كانت السمة التركيبية للبيوتكنولوجيات .

ولهاتين السمتين أثر مباشر على الاستراتيجيات الصناعية . فبسبب السمة العَرْضية ، سوف تستطيع مؤسسة لها استثمار هام فى تقنية أساسية من أن تستهدف عدة قطاعات تطبيقية . وهذا يشجع إذن مايمكن تسميته « بالاستراتيجيات العنقودية التكنولوجية » ، أى تركيز المؤسسة مجدداً على كفاءة تكنولوجية خاصة واستكشاف منظّم لمجالات التطبيق المحتملة[٢] . وبسبب السمة التركيبية ، كثيرا ماتصادف مؤسسة صعوبات فى السيطرة على كل التقنيات والدرايات اللازمة ، ويشجع ذلك استراتيجيات تحالف أو تعاون .

---

(٢) يرجع مثلا بشأن هذه النقطة إلى Gest في :

Grappes Technologiques et Stratégies industrielles. Mc Graw Hill, 1986.

ومن جهة أخرى غالبا ماتكون البيوتكنولوجيات مكمِّلة للتكنولوجيات التقليدية . وهذه المشاركة فى الدرايات التقليدية تُظهر مشكلات مقصورة على قطاعات التطبيق . ويمكن التدليل على هذه الفكرة بمثالين ، فى « مجال البذور » ، سيظل الانتقاء النباتى الوسيلة الأساسية للسيطره على التفاعلات الشاملة بين النبات والبيئة . وتشكل هذه التقنية إذن نقطة عبور إلزامية لاستثمار « الابتكارات » البيوتكنولوجية . وتتكرر هذه الظاهرة أيضا فى عالم الصيدلة . فبالرغم من أن البيوتكنولوجيا تمكن من خلق مواد علاجية جديدة تماما ، يبدو حاليا أن المعارف الخاصة بعلم العقاقير تلعب دورا حاسما فى تحديد المنافذ الجديدة .

وهكذا ، إذا جاز القول فى بداية الثمانينيات ان البيوتكنولوجيات ستحدث خفضا للحواجز التى تعترض الدخول ، وتفتح نوافذ استراتيجية ، يبدو اليوم أن المنطقيات الاستراتيجية التقليدية وتخصصات قطاعات التطبيق ستلعب دورا من الدرجة الأولى فى تطوير تلك البيوتكنولوجيات وسنتجنب اذن الحديث عن البيوتكنولوجيا باعتبارها كياناً متجانساً ليس له وجود فى حد ذاته .

ومن جراء ذلك يصعب وضع تقييم شامل للسوق المتوقعة ، حيث أن الأمر يقتضى الجمع مثلا بين الألبان المخمرة والأنسولين الآدمى ، وبالطبع ليس لذلك دلالة كبرى .

السوق المحتملة وقطاعات التطبيق

مع مراعاة مشاكل التعريف (يجمع اليابانيون بين كل ما يتعلق بما هو حى بينما يأخذ الأمريكان بتعاريف ضيقة) والمشاكل المتعلقة بتباين « المنتجات البيوتكنولوجية » ، يختلف للغاية تقييم السوق المحتملة للبيوتكنولوجيات وحسب المصادر ، قد تمثل هذه السوق قيمة محتملة قد تتراوح بين ٥٠ و١٠٠ مليار دولار فى سنة ٢٠٠٠ ، ورغم عدم دقة التقييم ، هذا مبلغ كبير جداً إذا ماقورن مثلا بسوق الصيدلة التى بلغت ٨٠ مليار دولار فى ١٩٨٥ .

جدول (٤)
الأسواق العالمية للمنتجات المشتقة من البيوتكنولوجيات « الجديدة »
(بمليارات الدولارات ، سنة الأساس ١٩٨٥)

	١٩٨٥	١٩٩٠	١٩٩٥	٢٠٠٠	٪ من السوق سنة ٢٠٠٠
صيدله منها :	٠,٣	٤,٣	١٥	٤٥	٪١٨
ـ علاج	٠,٢	٣	٩,٥	٣٢	
ـ تشخيصات	صفر	١,٢	٤,٣	١٠	
ـ لقاحات	٠,١	٠,٣	١,٢	٣	
زراعية غذائية	١,٧	٢,١	٤,٦	٩	٪٢٠
معدات وأدوات	٠,٥	١	٢,٨	٤,٨	٪٥٠
زراعه		٠,٣	١,٢	٥	٪٣,٣
إزالة التلوث		٠,٤	١	٢	٪١,٣
كيمياء			٠,١٥	٠,٣	٪٦,٣
طاقة					
المجموع	٢,٥	٨,١	٢٤,٧٥	٦٦,١	٪١٠٠

المصدر : SRI, The World Biotech Report, 1987

بالتفكير المنطقى حسب الضوابط الحالية ، تشكل الصيدلة مجال التطبيق الرئيسى للبيوتكنولوجيات (راجع الجدول ٦) . وفى بداية الثمانينيات ، أضفى ثقل أهم بكثير على تطبيقات البيوتكنولوجيات فى قطاعات الكيمياء والزراعة الغذائية إلا أنه ظهرت معوقات هامة .

القدرة التقليدية على الابتكار : تستند المنافسة فى الصيدلة على خلق منتجات جديدة بينما تستند فى الزراعة الغذائية على مجهود التسويق . فالمجموعات الصيدلية تعودت على أن تولّد هى ذاتها ابتكاراتها بتكريس قسط هام من مواردها

للبحوث والتطوير ، (اكثر من ١٠٪ من رقم اعمالها) ، ومع الحفاظ على تعاونات وثيقة مع البحوث العامة . وعلى النقيض من ذلك تميل الزراعة الغذائية تقليديا الى الاستحواز على الابتكارات الصادرة عن قطاعات أخرى . ورغم أهمية المجالات التطبيقية (على سبيل المثال ، طرق التخمُّر) ، فان انتشار البيوتكنولوجيات فى هذا المجال يقدر له أن يحدث فى مرحلة تالية ، بعد أن تكون قطاعات أخرى قد بلغت بها مستوى نضوج يتوافق مع وظيفته التكنولوجية . وفى هذا الإطار العام ، لنلحظ الاستثناء المرموق الذى تشكله مؤسسة يونيليفر Unilever التى تتجاوز حاليا ميزانيتها المخصصة للبحوث والتطوير فى مجال علم الأنزيمات جملة مشترياتها من الأنزيمات ، ومشروع شركة نستلة Nestlé فى إنتاجها « فى الأنابيب » مواد إضافية غذائية .

فى الكيمياء تتميز عادة مجموعتان فرعيتان كبيرتان : الكيمياء الثقيلة القائمة على إنتاج منتجات وسيطة مستخدمة فى الكيمياء التركيبية (الإثيلين ، البروبيلين ...)، تستلزم استثمارات هامة . ويميل الاتجاه فى هذا المجال الى خفض التكاليف بالافادة من وفورات الحجم ، وكثيراً ماأدى ذلك الى قدرات إنتاجية فائضة . **ومع مراعاة التطور السريع للبيوتكنولوجيات ، فان الاستثمار فى أساليب جديدة يمثل مخاطرة بالغة** . وبينما كان يتوقع إحلال الأساليب الانزيمية محل الأساليب الحفازة التقليدية ، كانت أوجه التقدم فى هذا المجال بطيئه ومتعثره . وتعتبر المشروعات انها من ذات الاجل الطويل جداً . ويدخل عادة فى هذا المجال إنتاج الطاقة بالتخمّر ابتداءً من الكتلة الحيوية (انتاج الميثانول أو الكحول) . والمعروف ان الإبقاء على خطط كحولية فى الهند والبرازيل مرتبط جداً بالدعم المقدم من الدولة . وقد أعلنت المجموعة الأوروبية فى ١٩٨٧ عن خطة لانتاج الايثانول من القمح والبنجر السكرى . ومنذ ١٩٨٥ حذّرت لجنة الخبراء المعنية بالسياسة العلمية والتكنولوجية لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية من مثل هذه المحاولات التى مفادها حل مشكلة سياسية بسلوك طريق اقتصادى مسدود . وفى الوضع الحالى للتكنولوجيا ، تكون صناعة الإيثانول مجزية تنافسيا مع التموين

النفطى ، اذا زادت أسعار النفط الخام بنسبة ٥٠٪ . وقد نوّه أحد الخبراء فى هذا المجال بخطر التطوير السابق للأوان لبيوتكنولوجيات « رديئة » قد تبطىء تطوير البيوتكنولوجيات برمتها .

إن الكيمياء الرفيعة تنتج بكميات ضئيلة **جزيئات ذات قيمة مضافة عالية:** مواد أولية للصناعة الصيدلية ولمواد التجميل، منتجات زراعية كيميائية، مواد مضافة غذائية، منظّمات. إن أثر البيوتكنولوجيات مرموق من الآن فى مجال الانزيمات الصناعية، (التى تمثل سوقا قيمتها ٥٠٠ مليون دولار منها ٦٠ — ٧٠٪ فى القطاع الزراعى الغذائى)، ومجال التخمّرات الصناعية (السكاكر العداديه الجرثومية، والأحماض الأمينية) وفيما يتعلق بالمستقبل، فان مجموعات الكيمياء الرفيعة التى تتبع فى مجملها استراتيجيات مغامرة فى البيوتكنولوجيات، ستفيد من أوجه التقدم المحرز فى هندسة البروتينات (أنظر القسم التالى).

إلا أنه من الواضح أن أساليب التنبؤ التى تمكّن من تقييم الأسواق المحتملة، تستند إلى استكمالات استقرائية «خطية» وضعت ابتداءً من الضوابط الحالية للتكنولوجيا. فهى إذن مرتبطة ارتباطا شديداً «بالجيل الأول» من المنتجات الذى يظهر تدريجيا فى السوق. إلا أنه مازالت للبيوتكنولوجيات قدرة تطور ونمو لم تتحدد بعد اليوم الى حد كبير أشكالها العملية.

الانجازات الحالية والتوقعات

لم تمكن البيوتكنولوجيات بعد من خلق إلا القليل من المنتجات. وعلاوة على ذلك فان هذه المنتجات عامة «شفافة» بالنسبة للمستهلك النهائى: أى أنه سواء أكان منتجا علاجيا تم التحصل عليه بالطريقة الكلاسيكية أو باسلوب بيوتكنولوجى فذلك لايغير شروط استعماله. وعلى هذا، فيما يتعلق بجزء كبير من تطبيقات هذا المنتج، يتم الاندماج فى «المجتمع البيوتكنولوجى» بصورة لاواعية.

الجيل الأول من المنتجات والأساليب.

تيسيراً للأمور، كثيراً ماتعتبر بعض أساليب التخمير أو التى تستعمل تفاعلات انزيمية على أنها بيوتكنولوجيات: ومن أمثلة ذلك الايزوجلوكوز (مادة محليّة مستخرجة من نشا الذرة)، أو انتاج الأحماض الأمينية (ليزين، ميثيونين)، أو كذلك بعض المواد المضافة الغذائية (جلوتامات الصوديوم) . غير أن هذه التطبيقات ليست لها أى صفة مشتركة مع البيوتكنولوجيات كما اتفق على تعريفها عامة فى الولايات المتحدة: أى أنها التكنولوجيات الجديدة المتعلقة بما هو حي، المرتبطة باكتشافات السبعينيات (مايدعى فى فرنسا البيوتكنولوجيات الجديدة). ولم يتوفر فى ١٩٨٧ إلا عدد قليل فقط من التطبيقات التجارية فى الصيدلة (منتجات علاجية، اختبارات تشخيص) وكذلك فى الزراعة.

● المنتجات العلاجية:

كما ورد سابقا، من المعروف منذ ١٩٧٧ أنه من المستطاع انتاج أى بروتين له مفعول علاجى، من بكتيريا متكررة التركيب الا أن الطريق مازال طويلا بين هذه الامكانية التصورية والتحقيق الفعلى، حيث أنه فى ١٩٨٧ لم يتم تسويق الا ثلاثة بروتينات متكررة التركيب: هرمون النمو الآدمى، الأنسولين والانترفيرون.
حلّت المادتان الأولتان محل منتجات موجودة فى السوق: كان من المستطاع استخراج هرمون النمو من الغدّة النخامية للجثث ولكن الكميات المتاحة كانت قليلة. أما الأنسولين الآدمى فسوف يطغى على الأنسولين الحيوانى المنقى تنقية عالية الذى تنتجه تقليديا شركات نوفو (الدانمارك)، وهوكبست (جمهورية المانيا الاتحادية)، وسكويب (الولايات المتحدة)، وإلي ليلي (الولايات المتحدة). أما الانترفيرون فهو مادة مضادة للفيروس تخلقها تركيبيا الخلايا المصابة بفيروس. وهى تمكّن من الحد من العدوى الفيروسية وتفادى امتدادها الى الجسم كله. وقد أثبتت أيضا الاختبارات التى أجريت فى السبعينيات أن حقن الانترفيرون فى فئران

مصابة بالسرطان يطيل من عمرها. ومن ثم كان الاهتمام المتزايد بتركيب تلك المادة التى لم يكن من المستطاع انتاجها إلا بالهندسة الوراثية. وبعد إجراء الاختبارات العلاجية ساد الشك فاعلية الانترفيرون فى مكافحة السرطان. الا أنه يبقى مفيدا ضد الأمراض الفيروسية التى لايوجد لها لقاح بعد (القوباء، الالتهاب الكبدى وربما الايدز) وقد اكتسب في السوق العالمية نصيبا قدره ٨٠٠ مليون دولار وتجاوزت مبيعات الأدوية الاخرى التى اساسها البروتينات (الأنسولين وهرمون النمو والـ t-PA وهو مضاد للتجلط من صنع شركة جننتك) مليارى دولار.

ومع ذلك، لم تكن الانجازات على مستوى التوقعات: فلا تكتفى عقبات اللوائح بتأخير انتشار هذه المنتجات بل ان تكاليف انتاجها كثيراً ما تكون مانعه. فالاكتيفاز Activase (وهو الاسم التجارى للـ t-PA) المستعمل ضد احتشاء عضلة القلب، ثمنه عشرة اضعاف ثمن الاستربتوكيناز وهو منتج يُحصل عليه بالتركيب الكيميائى والمزايا فيما يخص الامان والنشاط العلاجى ابعد ماتكون عن التعويض عن الفرق في الثمن.

ولكن ينبغى الا تنسينا هذه الصعوبات اننا مازلنا في مرحلة انبثاق تتميز بهوامش واسعة لتحسين الاساليب والمنتجات. ففى ١٩٩٠ كانت المنتجات البيوتكنولوجيه تحتل، للسنة الثالثة المتتاليه، المكانه الأولى بين المواد العلاجيه الجارية دراستها في هيئة البحوث والتطوير (٥٧٧ منتجا في مرحلة البحث السابق للبحوث الاكلينيكية و٧٥ في المرحلة الأولى و٧٢ في المرحلة الثانية و٣٨ في المرحلة الثالثه و٢٠ فى المرحلة السابقة للتسجيل).

زد على ذلك أنه بينما كان الاعتماد كاملا على الاسكيريكيا كولى، أصبحت الآن انظمة تصرف عديده متاحه لانتاج جزيئات متكررة التركيب: الخمائر، خلايا الحشرات ـــ الخلايا الحيوانية بل والنباتات أو الحيوانات

(٣) ورد ذكر ذلك في Bio/Technology ، عدد مارس ١٩٨٧ ص ٢٠٤ .

(التشكيل الجزيئي Molecular forming) .

وتمكن أيضا الهندسة الوراثية من إنتاج لقاحات جديدة (لقاحات لاتحتوى إلا على الجينات المضادة للجرثوم). وقد طرح فى السوق أول لقاح أنتجته الهندسة الوراثية فى ١٩٨٤. وكان مخصصا لمكافحة إسهال الخنزير الحديث الولادة ويسوّقه AKz0 فى هولندا وCetus فى الولايات المتحدة و Rhone-Merieux فى فرنسا[٤]. وفى يونيو ١٩٨٦، حصلت شركة Merck Sharp & Dohme على ترخيص لتسويق لقاح مضاد لالتهاب الكبد B (RecombivaxHB). من المتوقع أن تعالج باللقاح، بفضل التقنيات الجديدة، الأمراض الفيروسية ذات الجينات المضادة المتغيرة: الملاريا فى ١٩٩٠ والايدز فى مستقبل قريب.

● اختبارات التشخيص :

فى عام ١٩٨٥ بلغت مبيعات مجموعات الاختبار التشخيصي الجديدة التى أساسها الأجسام المضادة الاحادية الاستنبات المتماثل وراثيا ، ٢٠٠ مليون دولار . ونذكر بين مجموعات الاختبار العديدة المسوقة : مجموعة تشخيص الأمراض القابلة للانتقال عن طريق الجنس (الايدز — ا لتى تم تنقيحها فى معهد باستير — والسيلان والقوباء herpes) . ومجموعات تشخيص الأورام السرطانية ، ومجموعات اختبار أمراض الجهاز التنفسى ، والأمراض المعدية البكتيرية ، ومجموعات الاختبارات السابقة لزرع الأعضاء ، ومجموعات اختبار الحساسيات ، ومجموعات اختبار الحمل أو الإباضة والتى تتم فى أقل من خمس دقائق ([١١] ، ص ١٦) . ويجرى معظم تلك الاختبارات فى المعمل . وبذلك لن يعرف إذن الجمهور أوجه التقدم التى حققتها تلك الاختبارات من حيث السرعة والتكلفة والدقة . ومقابل ذلك فان تطوير اختبارات سريعة جداً ومبسطة الاستعمال ستجعل فى متناول الجمهور أدوات تحليل معقدة (مثل اختبارات الحمل) . ويعتبر أنه فى ١٩٩٠ لن

---

(٤) مجلة Sciences & Techniques عدد نوفمبر / ديسمبر ١٩٨٧ ص ١٨ .

تمثل الأجسام المضادة المتعددة الاستنبات المتماثل وراثيا الا ١٥٪ من سوق وسائل الاختبار التشخيصى التى ستغزوها الأجسام المضادة الأحادية الاستنبات المتماثل وراثيا (٦٠٪ بينما تكون اختبارات الـ ADN قد استأثرت بـ ٢٥٪ من السوق)(٥) . ومنذ اكتشاف الهبريدومات فى ١٩٧٥ ، أعدت عشرات الآلاف من وحدات الاختبار ويقدر أن الزيادة السنوية لهذا المخزون تقارب الـ ١٠٠٠٠ . ويعنى ذلك أن كمية مجموعات الاختبار المحددة الغرض ستصبح عما قريب لا حصر لها([١١] ص ١٥) . وينتظر أن تمثل السوق العالمية حوالى ١٠ مليارات دولار فى عام ٢٠٠٠ (جدول ٤) .

• التطبيقات الزراعية

إثر الأعمال الرائدة التى قام بها المعهد القومى للبحوث الزراعية فى مدينة ديجون فى الخمسينيات أصبح اليوم التكاثر المجهرى فى الأنبوب تقنية روتينية . وأخذ يحل تدريجيا محل التكاثر التقليدى بزرع أجزاء من النبات . وهذه الوسيلة تتيح الحصول على أكثر من ألف نبات فى السنة ابتداء من نبات واحد ، ولها من جراء ذلك ميزة كسب الوقت والاقتصاد فى المجال وتحسين النوعية الصحية للنباتات الناشئة . وقد أصبحت هذه التقنية دارجة الاستعمال فى بعض أنواع الزهور أو الأشجار (ومنها العنب) وهى تستعمل أيضا لانتاج نباتات الفراولة التى يجدها فى السوق هاوى الحدائق . وقد تمكنت هذه التقنية ذاتها أيضا — بفضل أسلوب التجدد — من مواصلة زراعة «La belle de Fontenay» وهى سلالة من البطاطس تحوز التقدير ولكن كانت تصاب جذورها بالفيروسات .

إن الأساليب الأحادية (haplomethodes) المرتبطة ارتباطا وثيقا

---

(٥) H.Schoemacher وغيره في :

Diagnostics: le challenge anlicorps monoclonaux-sondes ADN

في مجلة Biofutur عدد مارس ١٩٨٥ .

بالاستنباتات البكتيرية فى أنابيب الاختبار تصبح أداة قيمة للمنتقي : فبدءاً من عضو ذى جنس معين أحادى (لايحتوى الا على نصف مخزونات الكروموزومات) ثم إحداث تضاعف الكورموزومات بمعالجة بالكولشيسين ، يمكن الحصول سريعا على سلالة ناتجة عن اتحاد خلية تناسلية مع خلية أخرى متماثلة لتكوين خلية تتطور الى كائن جديد له ذات الخصائص . وهذا يخفض زمن الانتقاء من عشر سنوات الى ثلاث سنوات . وتستخدم هذه التقنية استخداما جاريا فى القمح والشلجم .

ولكن أهم الآمال تنعقد على تطبيق تقنيات الهندسة الوراثية على النبات . فى ١٩٨٣ كانت أفرقه مونسانتو Monsanto و Agrigenetics (الولايات المتحدة) أول من أعلن عن الحصول بالهندسة الوراثية على نُبْتات تبغ مقاومة لمضاد حيوى وثمة أفرقة عديدة تعمل اليوم لنقل جينات ذات فائدة زراعية : الجينات المقاومة لمبيدات الأعشاب أو للحشرات أو للفيروسات والتحكم في المحتويات من الأحماض الدهنيه أو الأحماض الأمينية وإبطاء النضوج بعد الحصاد فيما يخص الفاكهة والخضر . [١٢] وتتعلق أول التطبيقات التجاريه بالخصائص التى تتحكم فيها جينة واحدة : مقاومة مبيدات الأعشاب الضارة ، مقاومة الحشرات ، وتحسين محتوى الحب من الأحماض الأمينية الأساسية . ومن المتوقع أن تطرح هذه التطبيقات فى السوق فى بداية التسعينيات . وتخليق حبوب تستوعب نتروجين الجو ، والذى كان موضوع دعاية واسعة فى بداية الثمانينيات ، تأجل الى المدى البعيد . والواقع ان من جهة ، الآلية الوراثية معقدة للغاية (عدد الجينات المثبتة للنتروجين يبلغ سبعة عشر) ، ومن جهة أخرى قد يحدث استيعاب النتروجين انخفاضا فى الانتاج بالتقاط جزء هام من الطاقة التى يستوعبها النبات . فلابد إذن من عمل أساسى لتحسين قدرة التمثيل الضوئى قبل التفكير فى هذا على الصعيد الاقتصادى .

وفيما يتعلق بتربية الماشية ، من المتوقع أن يتسع استخدام الهرمونات لتحسين الانتاج الحيوانى (من الحليب أو اللحم) فى القريب العاجل . وتدل

التجارب التى أجريت أنها تمكن من زيادة إنتاج الحليب من البقرة الواحدة بنسبة تتراوح بين ١٠ و٢٥٪ فى المتوسط على مدى فترة انتاج الحليب . وتقدر قيمة السوق العالمية لهرمونات الأبقار بحوالى ٥٠٠ مليون الى مليار دولار . وتقوم شركة مونسانتو بالدور الرائد فى تطوير السوماتوتروبين التى تثير أيضا اهتمام شركات أمريكان سياناميدAmerican Cyanamidو إلى ليليEli Lillyو أبجون Upjohn . وفى فرنسا ، فضلت شركة سانوفى Sanofi الاتجاه الى انتاج السوماتوكرينين وهو العامل المطلق للسوماتوتروبين فى المتعضّى . الا أن بالرغم من اثبات عدم ضرر الهرمونات البقرية ، فلم يصرح فى بداية ١٩٩٢ ببيعها لا فى اوروبا ولا في الولايات المتحدة وتتصدى لانتشارها مقاومات اجتماعية اقتصادية : فأخذا بالاعتبار لانتاج مفرط فى البنيه ، قد يحدث استخدامها فى الواقع تدهوراً في الزراعات الصغيرة .

تتميز التطبيقات الزراعية للبيوتكنولوجيات بميزة ملحوظة على المنتجات الصيدلية وهى المستوى الأقل من الموانع النظامية . غير أن ثمة عوامل عديدة قد تبطىء انتشار المنتجات المبتكرة : الطفرة المزمنة للمنتجات الزراعية التى تشكل مكبحا لزيادات الانتاجية ، وثقل مجموعات الضغط الزراعية ــ خاصة المجموعة المشتركة لصناعة السكر ــ وأخيراً الحساسية للمخاطر البيئية المرتبطة باستخدام كائنات دقيقة معدلة وراثيا .

مبادىء خاصة بتطوير التكنولوجيات : هندسة البروتينات والوحدات الحيوية الدقيقة

فيما يتعلق بالهندسة الوراثية يتصف الجيل الأول من المنتجات (الصيدلية بصورة رئيسية) بخاصيتين : تقوم الأساليب على استخدام البكتيريا Escherichia Coli . وتشكّل المواد المنتجة نسخة من مواد طبيعية يصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية . وكانت نظم التخمير القائمة على الـ E.Coli

(وهى العامل الأساسى العام للهندسة الوراثية) أيسر فى تطويرها في مرحلة أولى ، لأن هذه البكتيريا سهلة المعاملة جدا وراثيا . وتوجد في الوقت الحاضر عدة أنظمة متنافسة ، خاصة الأنظمة القائمة على الخمائر وعلى الخلايا الحيوانية . إن لها قدرة على تحسين انتاجية الأساليب المستخدمة بفضل إفراز محّسن للبروتينات ، وهذا مناسب جداً في حالة الانتقال إلى النطاق الصناعي وتستطيع ، بالامكانات التى تتيحها إضافة جزيئه سكرّية ، أن تلعب دورا حاسما في تحسين كفاءة البروتينات ذات الاستعمال الصيدلي .

وعامل التطور الثانى هو أنه سيتضاءل كون الجزيئات المنتجة مجرد نسخ للمواد الطبيعية ومن المفترض أن توفر هندسة البروتينات ، وهي علم جديد أخذ ينشأ داخل الجامعة ابتداءً من عام ١٩٨٢ ، الأدوات والمعارف اللازمة لهذا التطور . وكما يقول ج .ب .روجيل J.P.Rogel « اذا كانت الهندسة الوراثية تمكن من عمل المرغوب فيه ، فان هندسة البروتينات ربما ستمكن من معرفة ماينبغى عمله »[٦] . وهذا المجال البحثى الذى لايزال بعد في مرحلة اساسية جداً ، يشمل مقومين كبيرين هما : معرفة الروابط بين التعاقب الوراثى وبنية البروتينات ؛ ثم إدراك ومعرفة الروابط بين بنيات البروتينات وأنشطتها أو وظائفها . والحجم التصورى لمثل هذا المشروع هائل حيث أنه يتمثل في تمكن مطلق من المدونة الوراثية و« إضفاء السمة الاصطناعية » على لغة ماهو حى .

وحاليا مازالت المعلومات المتوفرة في هذا المجال محدودة جداً . وكما يقال بسخرية ، لاتزال هندسة البروتينات في مرحلة من « الارهاب البروتينى » : فحتى الآن ، انتهت بصفة رئيسية التعديلات التى أجريت ، الى إنقاص الوظائف الأصلية للبروتينات أو القضاء عليها . والأنشطة المختلفة التى تتألف منها هندسة البروتينات تستلزم عملا تتشارك فيه التخصصات مشاركة حقيقية . فعلاوة على التخصصات البيولوجية ستلعب الوسائل الحسابية أى المعالجة الألكترونية للمعلومات ، دوراً هاماً ، إذ يقدر ان في الولايات المتحدة احتياجات المجتمع

---

(٦) Biofutur; نوفمبر ١٩٨٧ ، ص ١١٩ — ١٣٠ .

العلمى القومى من البيولوجيا البنائية قد تتجاوز الطاقة المتمثلة فى حاسبين الكترونيين عملاقين من طراز « كراى » .

ومع مراعاة هذه الخصائص تركز اليابان والولايات المتحدة جهود البحث العام في البرامج الكبيرة : معهد بحوث هندسة البروتين في اليابان ، (ميزانيته ٦٠٠ مليون دولار على عشر سنوات) ، ومركز البحوث المتقدمة في البيوتكنولوجيا في الولايات المتحدة .

لقد وضعت مؤسسات عديدة برامج في هذا المجال في ١٩٨٦ ومن بين أكثر هذه المؤسسات تقدما ، نذكر حاليا جيننتك ونوفو وديبون وفى فرنسا أنشئت خصيصا مؤسسة **Biostructure** لإجراء بحوث في هندسة البروتينات بالاستناد الى المعهد الوطنى للصحة والبحوث الطبية والمركز القومى للبحوث العلمية . وفي الولايات المتحدة ثمة مشاريع مشتركة بين مؤسسة **Biosym** وشركة كراى «Cray» للمعالجة الألكترونية للمعلومات . ويقدر أن العائدات على علم الانزيمات الصناعية ستكون ذات أهمية كبيرة ، ومن ثم يوجد احتمال تأثير على الكيمياء الرفيعة والكيمياء الثقيلة والمجال الزراعى الغذائى .

وبعيداً عن احتياجات المحاسبة الألكترونية المرتبطة بمعالجة المعلومات وبتمثيل الجزيئات في ثلاثة أبعاد وبمعالجة الأساليب الخاصة بكل نوع معين من المسائل والتى تتيح التنبؤ بالصلة بين نبتة البروتينات ونشاطها ، تظهر اليوم أسطح بينية أخرى بين هاتين التكنولوجيتين الرائدتين . وهكذا يدور الحديث عن استخدام أنسجة بيولوجية كمواد بديلة للدوائر المتكاملة التى أساسها السليسيوم لانتاج وحدات حيوية دقيقة قد تحسن اداءات الحاسبات الألكترونية المتفوقة . ويبدو في هذا المجال أن الموضوع لايزال في مرحلة النهج التصورى .

وهذا الاستعراض السريع للتطورات الحديثة يؤدى الى حقيقة مؤكدة : أن معظم المنتجات المنبثقة من البيوتكنولوجيات التى ستسوق في عام ٢٠٠٠ لم تعرف بعد . ومن ناحية استراتيجيات المؤسسات فان الشك التقنى بشأن الأساليب والمنتجات على حد سواء لايزال شديداً جداً .

ثالثا ــ هل ستعدل البيوتكنولوجيات النظام الصناعى ؟

تجاوزاً للنهج التقنى ومحاولات التقدير الكمي لأثر البيوتكنولوجيات فإن قيمتها الصناعية ستتوقف على الاستراتيجيات التي يأخذ بها العملاء الاقتصاديون (المؤسسات والدول) . وهنا تثار عندئذ الأسئلة الكلاسيكية : هل المؤسسات الصغيرة أكثر ابتكاراً من المؤسسات الكبيرة ، وهل المنافسة مؤاتية للابتكارات ؟ ولكن ستثار بصورة أعمق مسألة العلاقات بين التقنية والتنظيم . فنظرا للسمات البناءة للبيوتكنولوجيات ، هل تساعد على ظهور أشكال جديدة من التنظيم المنتج ؟ أو أنها على قدر كاف من « المرونة » كى يتم استيعابها دون التعرض للسلطات القائمة ؟ وسوف تتوقف بصورة خاصة اتجاهات السياسات الابتكارية التى تأخذ بها الدول ، على الاجابة عن هذه الأسئلة (الفصل ٤) .

إن مرحلة ظهور البيوتكنولوجيات مرتبطة ارتباطا شديداً بتطور المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة التى تشكل في الولايات المتحدة نموذجا حديثا للتنظيم الصناعى والمالى . فما هو مستقبل هذا النسيج الصناعى الجديد ؟ وكيف ستكون أوضاع المجموعات الكبرى ؟

المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة : هل هى نسيج صناعى انتقالي ؟

إن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، بفضل قدرتها على تعبئة الدرايات

ورؤوس الأموال ، تسابق المجموعات الصناعية والسلطات العامة في خلق بنيات متوافقه ، مع تطور البيوتكنولوجيات . تحاكى البلدان الأخرى النموذج الأمريكي ولكن لا يأتي النجاح الا محدوداً حيث أن عناصره لاتتوفر كلها دائما .

من بين الشركات غير الأمريكية التى أنشئت ابتداءً من ١٩٨٧ (راجع الجدول) بيوجين Biogen (سويسرا) وسلتيك Celltech وهما وحداهما تقارنان من حيث الحجم بنظيراتهما الأمريكية . اما ترانسجين Transgène ، فرغم المستوى الرفيع للكفاءة العلمية لفريقها العامل ، وضعها هو كشركة خدمة : تكرس فقط ٢٥٪ من مواردها لبرامج تطوير محددة .

قلما تحمل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة غير الأمريكية مشاريع صناعية مستقلة . فهى إما فروع لمجموعات صناعية (جنيتيكا Genetica ، كابيجين Kabigène) او هيئات نقل البحوث الجامعية ، (وهذا هو حال العديد من الشركات الانجليزية) ، وحتى الآن لم تطرح أى مؤسسة بيوتكنولوجيا أوروبية جديدة في سوق المال . في اليابان ، لم تنشأ أى مؤسسة بيوتكنولوجيا جديدة واذا كان نسيج مؤسسات البيوتكنولوجيا الجديدة مخصص نسبيا للولايات المتحدة ، إلا أنه يلعب بالرغم من ذلك دورا في الدينامية العالمية للبيوتكنولوجيات .

بالاستثمار في البحوث تكتسب مؤسسات البيوتكنولوجيا الجديدة خبرة تستخدم بسبب الآثار الخارجية ، كتدريب للصناعة برمتها وتقلل من الشك التقني للاستثمار في هذا المجال . والواقع أن تلك المؤسسات ، كي تعني باحتياجات تمويلها ، تنشر معلومات خاصة ببحوثها أو المنتجات التى تم تطويرها . وهي تعقد « بالتناسب لكل حالة » عقود بحث للمجموعات الصناعية لكل البلدان . ويلخص الأمريكان هذه الوظيفة للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بالقول إنها تشكل « نافذة مفتوحة على التكنولوجيا » .

ولكنها تؤدى ، بنوع ما ، هذا الدور « مجبرة » حيث أن هدفها تسويق منتجات بأسرع مايمكن (قبل المنافسين) لرفع قيمة أسهمها لأقصى حد (توقعا

جدول (٥)
المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية التى أنشئت خارج الولايات المتحدة

الاســم	التاريخ ــ الأصل	مجالات التطبيق
فرنســا		
جينيتيكا Genetica	١٩٧٩ ــ رون بولنك (٦٥٪)	هندسة وراثية ــ صحة .
تراسنجين Transgène	١٩٨٠ ــ باريبا (بنك باريس وهولندا) ELF-AGF-Moet-BSN	منتجات علاجية
ايمونوتيك Immunotech	١٩٨١ ــ ١٤ مساهما ماليا	الأولوية على براءات INSERMو على الـACM
المملكة المتحدة		
سلتيك Celltech	١٩٨٠ ــ BTG	AeM ــ هندسة وراثية
Agricultural Genetics Co.	١٩٨٣ ــ Ultramar.BTG	وراثة نباتية
Imperial Biotechnology	١٩٨٢ ــ Technical DVT Cap	علم الأحياء المجهرية الصناعى
علم النبات Plant Science	١٩٨٢ ــ TDC ــ شفيلد ــ مؤسسة ولفسن	استنبات خلايا نباتية
Twyford Plant Laboratories	١٩٨٣ ــ Plant resources BTG - Rothsehild	بيوتكنولوجيات نباتية

الاسم	التاريخ ـ الأصل	مجالات التطبيق
سويسرا بيوجين Biogen	Schering ـ ١٩٧٨ Plough, Monsanto	منتجات علاجية
السويد كابيجين Kabigen	Kabi Vitrum Cardo ـ ١٩٧٨	بروتينيات ـ AcM

★ Anticorps Monoclonaux: ACM ـ أجسام مضادة أحادية الاستنبات المتماثل وراثيا .

المصدر : [١١]

لطلب رؤوس أموال جديدة أو استيعاب مجموعة صناعية لها) . وبذلك تكون هي ذاتها في عملية تدريب يتوقف بقاؤها بصورة حاسمة على مرحلة تسويق الجيل الأول من المنتجات . وبما أنها متنوعة فهي لاتستطيع ، مثل المجموعات الصناعية « تجاوز » هذه المرحلة . فعليها اذن إجراء موازنة بين « سباق للحصول على براءات الاختراع » في المدى القريب وتطوير قدرتها التكنولوجية على المدى المتوسط والبعيد . وعلى هذا النحو معظم المنتجات البيوتكنولوجية التى استحدثت اليوم ، أنتجتها المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة .

مؤسسات لا تنتج

كثيرا مايقال إن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة تعيش على العائدات المالية لرؤوس الأموال التى جمعتها أكثر مما تعيش على المنتجات التى تسوقها . وفي ١٩٨٤ كانت المنتجات التى بيعت لاتزال هامشيـــة . وهى تتألف أساسا من مجموعات الاختبار التشخيصى (ومن هنا كانت أهمية مبيعات شركة Hybritech) للمنتجات المستخدمة في الكيمياء الرفيعة (سابقات الاسبرتام التى باعتها مؤسسة Genex لمؤسسة Searle) أو الأدوات (Cetus) .
والشركات المطروحة أسهمها فى سوق المال لاتعيش حتى الآن إلا على وعودها (راجع الجدول ٦) .

في ١٩٨٦ ، كان المدخل المالي الذى تحقق في البيوتكنولوجيات في الولايات المتحدة يقارب المليار من الدولارات . وعلى سبيل المقارنة تمثل مبيعات المنتجات ٤٠٠ مليون دولار تقريبا . فالبيوتكنولوجيات لاتزال ، أساسا ، احتمالا يحوز ثقة المستثمرين : بين ديسمبر ١٩٨٢ وسبتمبر ١٩٨٧ ، تضاعف ثلاث مرات مؤشر سوق المال للشركات المتخصصة في البيوتكنولوجيات (Biofutur/CCF) وعلى مدى الفترة ذاتها تضاعف مؤشر دو جونز مرتين ونصف المرة . غير أنه اذا كان السعر المتوسط جيدا الا أن الأوضاع تتباين بين الشركات حسب الخيارات

جدول (٦)

المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسيه في الولايات المتحدة : المتغيرات الاقتصادية

(بملايين الدولارات ـــ ١٩٨٤)

الاســم	عائدات الاستغلال	بيع منتجات	عقود بحوث وتطوير	مصروفات بحوث وتطوير	عائدات مالية بالنسبة المئوية (٪) عائدات اجمالية
Amgen	٧١٢٣	٥٦٨	٦٥١٥	١٣٨٢٣	٣٠,١
Biogen	٢٢٨٨٨	صفر	٢٢٨٨٨	٣٥٠٢٨	٢٧,١
Cetus	٤٦٢٢٦	١٠٠٥	٤٤٣٥٩	٤٠٢٤٠	١٩,٣
Chiron	٥٨٨٦	٨٤١	٢٤٦٩	٧٦٠٢	٢٠,٤
Genentech	٦٥٦٢٧	صفر	٦٥٦٢٧	٥٤٩٨٢	٦,١
Genetic Systems	٥٤١٦	صفر	٥٤١٦	١٠١٧١	٣٩,٧
Genex	٢٦٤١٤	٢٠٦٧٠	٥٧٤٤	١٠٥٧٥	٢٤,٢
Hybritech	٣٠٨٢٦	١٤٥٩٩	١٦٢٢٧	١٣٧٠٠	٩,٢
Molecular Genetics	٦٣٧٠	١١٤٣	٥٢٢٧	٤٨١٠	٣٠,٩

المصدر : [١١]

الاستراتيجية التى تمت . ويبين الجدول ٧ سعر أسهم الشركات قبل انهيار السوق المالية في أكتوبر ١٩٨٧ .

حققت Genentech ، بأربعة مليارات دولار ، مستوىً قياسيا لرأس المال المتمثل في سعر أسهمها في سوق المال : فهو يعادل الاستثمار الخاص في البيوتكنولوجيات في الولايات المتحدة من ١٩٧٠ إلى ١٩٨٥[١] ، وفي هذا المستوى تتفوق آليات المضاربة على التقييم المالى . وعلى النقيض من ذلك تحاسب سوق المال بعض الشركات : Genex التى يشكل سيرل Searl عميلها الوحيد في استراتيجية إنتاجها مواد كيميائية خاصة ؛ بيوجين Biogen التى أجبر رئيسها (والتر جلبرت Walter Gilbert الحائز على جائزة نوبل) على الاستقالة فى ١٩٨٤ بسبب صعوبات في الادارة ؛ و Molecular Genetics بسبب التأخير في التطبيقات الزراعية . وفيما عدا الأحداث الجارية ، يمكن تحديد الاختلافات في الخيارات الاستراتيجية التى أخذت بها تلك المؤسسات .

بعد فترة من « عبور الصحراء » عادت البيوتكنولوجيات منذ ١٩٩١ الى تجدد الاهتمام بها. ففى غضون سنه واحدة تضاعف متوسط سعر اسهم المؤسسات الجديدة المعنيه بالبيوتكنولوجيات مرتين ونصف مرة وقد دخلت سوق المال اكثر من خمسين مؤسسة فتيه جديدة متخصصة فى البيوتكنولوجيات. واذا اضيفت الى ذلك اصدارات االاسهم الجديدة للشركات المدرجة فى السوق المالية، اصبحت قيمة رأس المال المدعو فى عام ١٩٩١، ٤٫٥ مليار دولار وهو مبلغ يفوق جملة الأرباح التى تحققت فى هذا القطاع منذ عشر سنوات .

غير أنه لاينبغى ان تنسينا هذه الطفره الصعوبات المتزايدة التى تلاقيها هذه

---

(١) حسب J.R.Murray في :

«The first 4 billions of Dollars is the Hardest», Bio/Technology-vol.4-Avril 1986 - p- 293-296.

جدول (٧)

وضع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية فى
سوق المال بالولايات المتحدة يوم ٨ أكتوبر ١٩٨٧
(بالدولار)

الاســم	السعر	سعر الدخول	الأسعار القصوى (١٢ شهراً)	رأس المال حسب قيمة الأسهم فى سوق المال*
Amgen	٣٤,٥٠	١٨	١٧ — ٤٥	٥٦٢,٣
Biogen	٩,٧٥	٢٣	٦ — ١٦	٢١٥,٥
Cetus	٢٣,٠٠	٢٣	١٧ — ٣٣	٦٠٤,٩
Chiron	٢٥,٠٠	١٢	١٨ — ٣٧	٢٥,٠
Genentech	٥١,٧٥	٣٥	٣٤ — ٦٥	٤١٥٠,٣
Genex	١,٢٥	٩,٥	١ — ٣	١٦,٠
Molecular Genetics	٥,٢٥	٩	٥ — ٩	٣٢,٤
* بملايين الدولارات				

المصدر : Biofutur ، نوفمبر ١٩٨٧ .

المؤسسات عندما تنتقل من البحوث الى التطوير ثم، كمرحلة اخيرة، الى تسويق المنتجات ، واذ تعجز بعض المؤسسات اللامعة فى عالم البيوتكنولوجيات مثل جننتك Genentech وسيتوس CETUS، عن التغلب على العقبات ، فتضطر الى التخلى عن استقلالها ، قد تنجح مؤسسات أخرى مثلAMGE و CHIRON فى تجاوز الأزمة .

الخيارات الاستراتيجية المختلفة

إن المؤسسة التى تعرف كيف تحافظ على ثقة المستثمرين تدخل في « دورة صالحة » : فبالحفاظ على آمال الربح الوفير سيتضاعف رأس مالها الأصلى . ولنأخذ مثالاً على ذلك شركة Genentech ومشاركاتها في البحث والتطوير : لقد هيأ لها اتفاقاها الأولان المحدودان المعقودان في ١٩٨١ و١٩٨٢ جمع ٨٩ مليون دولار استخدمت في تمويل بحوثها وتجاربها الإكلينيكية في مجال هرمونة النمو الآدمى والانترفيرون جاما والـ t-PA: في نهاية ١٩٨٦ قررت الشركة ممارسة مالها من حقوق الشفعة واستعادت بطريق الشراء من المستثمرين ملكية هذه التقنيات . فعرضت ٣٠٠٠ سهم لكل مجموعة قدرها ٥٠٠٠٠ دولار مستثمر أى مايمثل جملة ٣٦٧ مليون دولار . ولما كان الدفع يتم بالأسهم فقد نجم عن ذلك خلق قدرة تمويل صافية مقابلها (إضعاف السلطة) ضئيل بقدر ما الثقة في المؤسسة كبيرة . وعلى هذا النحو ، خارج النواحى الاستراتيجية التقليدية (تحديد الاختصاص في السوق ــ الهدف ــ المعنى التكنولوجى ، المشاركة في مرحلة التطوير) تلعب العلاقة مع المستثمرين (وهى تمر بسياسة الاتصال واحترام مواعيد حلول الالتزامات) دورا حاسما .

كان لشركة Cetus (الثانية في الولايات المتحدة من حيث الأهمية) في البداية مجموعة من المشروعات الطموحة جداً في كافة مجالات البيوتكنولوجيات ، ونظراً إلى الصعوبات المحددة لكل من تلك القطاعات ، اضطرت الشركة ، منذ ١٩٨٢ ، إلى تعديل استراتيجيتها الشاملة : إذ استأنفت تركيز جهودها على

المنتجات العلاجية (على الأخص معالجة السرطان) وعلى هندسة البروتينات . وقد أرجئت المجالات الأخرى الى المرتبة الثانية من حيث الاتصال بالمستثمرين ، وبدأ تطويرها بالمشاركة مع مجموعات صناعية : التطبيقات الزراعية في نطاق Agracetus (٥١٪ مع شركة Grace) ومجموعات التشخيص (اختبارات الايدز) مع إيستمن كوداك وأدوات المعامل مع شركة Perkin - Elmer والتطبيقات الغذائية مع شركة RJR Nabisco والتطبيقات المرتبطة بمنتجات الخشب مع شركة Weyerhaeuser .

إن معظم المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، سواء أعلنت أو لم تعلن عن نواياها ، تعتزم أن تحذو حذو شركتى آبل أو إنتل Intel, Apple في مجال الحاسبات الألكترونية الدقيقة ، وأن تصبح شركات متكاملة عموديا في مجالات الصيدلة أو البيولوجيا النباتية . إلا أن كما يتوقع ذلك المحللون ، سيتمكن بعض هذه الشركات (احتمالا) من تحقيق هذا المشروع ، بينما تصبح الشركات الأخرى شركات خدمة أو تستوعبها مجموعات صناعية . وكثيرا مايعتبر أن للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ثلاثة خيارات كبرى مطروحة تتمثل في قالب الجدول ٨ التالى :

جدول (٨)
القالب الاستراتيجى للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة

	فترة تقديم المنتج	
	سريعه	بطيئه
السوق المستهدفة: واسعة / ضيقة	منفذ قصير الأجل	عنقود تكنولوجى منفذ طويل الأجل

المصدر : [١٠]

إستراتيجية المنفذ طويل الأجل التى أخذت بها ــ كما يقول بيتر دالى Peter Daly [١٠] ــ مؤسسة Genentech (العلاج البشرى) ومؤسسة Genex (منتجات كيميائية متخصصة) تتميز بتركيز الامكانات على هدف محدد . وهى تتيح تعاونا حقيقيا بين العناصر المختلفة لمجموعة المنتجات في مرحلة البحث والتطوير . واستراتيجية السيطرة التكنولوجية هذه تفرض استثماراً هاما في البحوث ، ويكون ذلك مصدر تصلّب . وعلاوة على ذلك سيتعين على المؤسسة أن تقوم بصورة منتظمة بدور الزعيم التكنولوجى ومن ثم أن تتحمل تكاليف خلق أسواق . وأخيراً إن مثل هذه الاستراتيجية معرضة لمخاطر تغير البيئة . ومازالت Genex التى تعرضت لتجربة مثل هذا التفسير ، في وضع عسير .

إن استراتيجية « العنقود التكنولوجى » (التى أخذت بها مؤسسة Cetus قبل عام ١٩٨٢ ثم مؤسسة Amgen) ترمى إلى الاعتماد على الصفة العَرْضية للتكنولوجيات : ستحاول المؤسسة الاستفادة من قدرتها التكنولوجية في كافة مجالات التطبيق المحتملة . ويتساوى ذلك إذن مع البحث عن مرونة بقدر مايتم الحد من المخاطر المرتبطة بالبيئة الاقتصادية بالاستناد الى « محفظة أسواق » . إلا أن في غياب تعاون حقيقي في أنشطة البحث يتمثل الضرر هنا في تشتت الامكانات ، مما يترتب عليه خطر التأخير في خلق منتجات جديدة ، قد تكون له نتائج سيئة جداً . ونظراً الى تنوع المنتجات المحتملة فلن يتم تطويرها كلها بمعرفة المؤسسة وحدها . ولسياسة المشاركة الناجمة عن ذلك ميزة تمكين المؤسسة من الاشتراك مع قدرات مكمّلة في مرحلة التطوير إلا أن هناك خطر نقل التكنولوجيا إلى الشريك وتحويله بذلك الى منافس . وتتمثل استراتيجية المنفذ قصير الأجل في تطوير تكنولوجيات « روتين » (رفعت من أجلها الأقفال التكنولوجية) على الصعيد التجارى . وهى مستخدمة بصفة خاصة في مجال الأجسام المضادة الأحاديه الاستنبات المتماثل وراثيا (Hybritech, Immunotech,Celltech) ، أو في مجال استنباتات الخلايا النباتية (Plant Genetics, Twyford Plant Laboralories,Microviv) .

وميزتها أنها لاتستلزم الا استثمارا محدوداً في البحوث . ويمكن عند الاقتضاء أن تموّل المنتجات الأولى المسوقة البحوث اللاحقة . والمخاطرة مرتبطة بالتحديد بهذه التسهيلات. فبما أن الحواجز عند الدخول ضعيفة ، تكون عادة المنافسة على هذه المنافذ مكثفة .

جدول (٩)
الخيارات التكنولوجية للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية

الاســم	التكنولوجيات	قطاعات التطبيق
Amgen	تخليق ونقل الجينات ـــ الاستنبات المتماثل وراثيا ـــ الهبرودومات .	صيدلة ، تشخيص ـــ صحة حيوانية كيمياء رفيعة .
Biogen	هندسة وراثية والتقنيات المشاركة لها .	صيدلة . صحة حيوانية
Cetus	هندسة وراثية ـــ هبريدومات ـــ علم الانزيمات ـــ بروتيينات	صيدلة ـــ تشخيص ، زراعة ، أدوات ـــ غذاء
Chiron	هندسة وراثية على الخمائر تكنولوجيا الانتاج الصناعى	صيدلة (لقاحات ـــ هرمونات ـــ أنزيمات) تشخيص .
Genentech	هندسة وراثية (بكتيريا ـــ خمائر خلايا حيوانية) إنتاج صناعى	صيدلة ـــ صحة حيوانية
Genetic Systems	علم المناعة ـــ هبرودومات . أجسام مضادة أحادية الاستنبات المتماثل وراثيا	تشخيص
Genex	هندسة انزيمية ـــ إنتاج انزيمات بالهندسة الوراثية	كيمياء رفيعة ، صيدلة
Hybritech	هبريدومات ـــ هندسة وراثية	تشخيص ـــ صيدلة
Molecular Genetics	هندسة وراثية ـــ اندماج خلوى زراعه أنسجة	زراعة ـــ صحة حيوانية

المصادر : تقارير مؤسسات و [١١]

ومهما كان نوع الاستراتيجية المتعامل بها فان الضغوط التنافسية شديدة جدا. إن عدد المنافذ المتوفرة على المدى القصير محدود . فيترتب إذن على ذلك في حالات عديدة تسابقات تسارع لها دور استراتيجي : فعندما تكتسح أول مؤسسة السوق تصبح المؤسسات الأخرى عاجزة عن استدرار ربح من بحوثها :

سباق المنتجات

لقد اجتذب قطاع مجموعات الاختبار التشخيصي أكثر من ١٠٠ مؤسسة في الولايات المتحدة . ويفسر ذلك ــ كما قلنا ــ قلة الحواجز عند دخول السوق ومرجعها ثلاثة عوامل : التشخيصات التى تجرى في أنابيب الاختبار لاتتطلب اختبارات اكلينيكية طويلة ومكلفة ؛ تقتصر تكلفة البحث على ٣ أو ٤ ملايين دولار على مدى ٣ سنوات (الا أن تكلفة التطوير التجارى تتجاوز مابين خمس وعشر مرات هذه القيمة) ولا تحمى براءة اختراع محددة خاصة إنتاج الأجسام المضادة الأحادية الاستنبات المتماثل وراثيا ابتداءً من الهبرودومات . غير أنه نظراً الى تنوع مجموعات الاختبار التى يمكن تصورها ، توجد في هذه السوق فرص لأنواع عديدة . ففي سنة ١٩٨٣ وحدها في الولايات المتحدة قبلت للتسويق ٤١ مجموعة اختبار ابتداءً من أجسام مضادة أحادية الاستنبات المتماثل وراثيا وينصب سباق المنتجات أساسا على المنتجات العلاجية . فالواقع أن في هذا المجال تجرى مؤسسات عديدة بحوثا متوازية تخص المنتج ذاته . الا أن بعض المنتجات التى لا تتعلق الا بأسواق قليلة الأهمية يمكنها أن تتمتع في الولايات المتحدة بنظام « العقاقير اليتيمة » : يقصر تخصيص حقوق البيع على أول شركة تسوق المنتج . فهذه هى مثلا حالة « البروتوبين **Protopin** » وهي هرمونة النمو الآدمي التى تنتجها شركة Genentech (سنعود الى ذلك فيما بعد) .

ولكن ليست المشكلة دائما على هذا القدر من البساطة . لنأخذ مثال منشط الأنسجة المسمى **t-PA** المولد للبلازمين المستخدم في علاج أمراض القلب والأوعية الدموية . قبل بدء البحوث في هذه المادة الجديدة « المعجزة » استقصت

شركة Kyowa Hakko اليابانية الوضع فاتضح لها أن مؤسسة Genentech قد سدت مجال هذا النشاط بايداع براءات اختراع عديدة . فتنازلت كيُوا اذن عن اجراء بحوثها وعقدت اتفاق تطوير مع Genentech . الا أن أكثر من ٤٠ شركة تجرى الآن بحوثا على الـ t-PA في الولايات المتحدة .

كانت مؤسسة Genentech تتوقع مع مشروع تسويق منتجها المسمى «Activase» ابتداء من ١٩٨٨ أن تكون في وضع المحتكر في سوق الـ t-PA . وأعلنت الشركة عن سعر يتراوح بين ١٠٠٠ و٣٠٠٠ دولار للجرعة الواحدة . الا أن البيئة تطورت كثيراً وأصبح من المؤكد أن هذه السوق ستكون سوق تنافس ، وأن سعر الجرعة سيكون أقل من ٥٠٠ دولار . فمن جهة لم تحصل مؤسسة Genentech على حقوق مقصورة عليها في تلك السوق بالرغم من تقدمها الملحوظ في البحوث . وجدير بالذكر بصفة خاصة أن براءات اختراعها موضوع تنازع في انجلترا من قبل مؤسسة Wellcome . ويترتب على ذلك أنه ظهر منذ ١٩٨٩ من أقدم على التحدى في السوق : Genetics Institute (شريك Wellcome) و Integrated Genetics /BASF بلود فيكسها فن (جمهورية ألمانيا الاتحادية) و Damon Biotech/Smithkline Bechman و Eli Lily-Upjohn و Monsanto . ويقدر حاليا أن ٤٢ مؤسسة مجمعة في ٢٤ شركة تبحث الآن في مجال الـ t-PA[٢] . ومن جهة أخرى هناك مواد علاجية أخرى يبدو أنها تقوم بدور الـ t-PA ، خاصة الـ Streptokinase (التى يسوقها Hoechst - Roussel منذ ١٩٨٧) ، أو مشتقات الـ Usokinase (الـ k-PA التى يبيعها ساندوز في ١٩٨٩ ـــ ١٩٩٠) . وأخيراً يكثر الحديث عن t-PA من الجيل الثانى ميزته أن نصف عمره أطول بكثير ، مما ييسر شروط العلاج . ومع أن الوضع الراهن الراهن في مرحلة التجارب على الحيوانات الا أن المحللين يتوقعون الطرح في الأسواق في ١٩٩٢ لهذه المنتجات من الجيل الثانى .

---

(٢) Genetie Engineering News ، عدد أكتوبر ١٩٨٧ ، ص ٣٢ .

والمشكلة متماثلة فيما يخص الـ : interleukine-2 : يقال ان في الولايات المتحدة ٢١ مؤسسة على وشك تسويق هذه المادة فتتجه التحاليل إذن نحو نظام براءات الإختراع الذى سيحدد بشدة طبيعة المنافسة .

حرب براءات الاختراع

لما كانت المؤسسات تجرى أبحاثا على ذات المنتجات ، فقد حاولت أن تحمى نفسها إلى أقصى حد بايداع براءات اختراع . في نهاية ١٩٨٦ كانت Genentech مثلا قد أودعت ٢٠٠٠ براءة في العالم . وكانت قد منحت لها حوالى مائة براءة . ولكن المشكلة الأساسية هى معرفة كيف ستفسر البراءات في حالة التنازع .

تدل النزاعات على أن الحماية ببراءة الاختراع لاتزال مشكوكا فيها . ونظرا الى عدد البراءات المودعة ، وبعضها أحيانا متضارب لأنها متداخله وتغطى بعضها البعض . كثيرا تتقلص الحماية التى كان يجوز اعتبارها مضمونة فتصبح غطاءً هشا . وعلى نقيض ذلك ، مع مرور الزمن ، تظهر مواقف قوية تمنح حقوقا قصريه على أسواق ذات أهمية (كما حدث مثلا مع مؤسسة Hybritech وبراءة اختراعها الخاص بالـ Tests sandwich) .

الا أن هذه النزاعات تكشف عن مشكلة أساسية في مجال البيوتكنولوجيات تتمثل في مدى الحماية التى ينبغى منحها لمؤسسة تكون الأولى في تحديد تتابع الأحماض الأمينية لماده طبيعية . الواقع أن ثمة تناقضا بين السمة الطبيعية للمادة (التى لم تخترع بل اكتشفت) والسمة الأساسية لمرحلة التتابع في الانتقال الى التطبيقات التجارية .

وأخيراً بمنأى عن المشاكل ذات السمة الأخلاقية (التى نتعرض لها فيما بعد) يثير تطبيق براءات الاختراع في مجال ماهو حي مشكلة مبدأ . ففي روح القانون يمنح الحائز على براءة الاختراع حقا مقصورا عليه على سوق معيّنة ، مع

مطالبته مقابل ذلك بالكشف عن معلوماته . وفي مجال البيوتكنولوجيا كثيرا ما يفترض ذلك (نظرا الى مشاكل نقل الاختراع) ، ايداع المادة الوراثية المخلقة . في حالة امكانية التوصل إلى مكان ايداع الكائن الحى المجهرى تعتبر المؤسسات هذا المطلب اعتسافيا لأن ، على حد قولها ، المصنع يتنقل مع الكائن الحى المجهرى وتناقش حاليا هذه المشكلة في مختلف المؤسسات الدولية ، وثمة اتجاه نحو تحديد أوضاع مخصصة تستند الى مرونة القانون وتفى باحتياجات أصحاب الصناعات .

نزاعات براءات الاختراع

أوردت المجلة الأمريكية Bio Technology في عددها لشهر ديسمبر ١٩٨٦ في مقال عنوانه « حرب براءات الاختراع » عدة حالات نزاع حول براءات الاختراع .

ـــ حالة Hybritech ضد Monoclonal Antibodies

في عام ١٩٨٥ منحت المحكمة الكليفورنيه لمؤسسة Hybritech براءة اختراع عن الـ ساندوتش الاختبار Tests Sandwichالذى حققته وهو يجمع جسمين مضاضا أحاديي الاستنبات المتماثل وراثيا (ويتيح ذلك الكشف عن كميات اقل من الجينات المضاضه) . وسندوتشات الاختبار هذه كانت تستخدم بصفة هامشيه مع الأجسام المضاده المتعددة الاستنبات المتماثل وراثيا . وهذه اليوم تقنيه مستخدمه بانتظام للأجسام المضاده الاحادية الاستنبات المتماثل وراثيا . وأخذت مؤسسة هبريتك ـــ استناداً الى براءة اختراعها ـــ تقاضى المؤسسات التى تستخدم هذه التقنيه . وقد كسبت قضيتها ضد Monoclonal Antibodies (التى كانت تدعى ان براءة الاختراع غير صالحة لأن الطريقة

كانت واضحة) وفى تاريخ احدث رفعت هبريتيك دعوى على معامل ابوت .

امجن AMGENضد سيتوس CETUS

في السباق من اجل تسويق الانترلوكين ٢ (IL-2) احرزت سيتوس CETUS سبقا بايداع عدة براءات اختراع . وقد اعترضت امجن AMGEN على ثلاث من هذه البراءات معلنه ان انترلوكينها ـــ ٢ المعدل لاتغطيه هذه البراءات . وهنا أيضا تكمن المشكلة فى تفسير للبراءه اذ تؤكد سيتوس (CETUS) (المرتبط مستقبلها ارتباطا شديداً بانترلوكينها ـــ ٢) ان براءات اختراعها تضمن تغطية واسعة فى هذا المجال .

جيننتك Genentech ضد ولكم Wellcome

في ٢٦ فبراير ١٩٨٦ منح المكتب البريطانى لبراءات الاختراع براءة لمؤسسة جيننتك عن الـ t-PA ولاساليبها الخاصة بانتاج هذه المادة الطبيعية بالهندسة الوراثية . وفى اليوم ذاته تقدمت مؤسسة ولكم Wellcome Foundationبطلب براءة اختراع الى المكتب ذاته خاص بالتقنيه ذاتها . وعندئذ رفعت جيننتك دعوى على مؤسسة ولكم لتعديها على براءة اختراعها . وقد رأى القاضى البريطانى فى هذه القضية انه لايمكن الاعتراض على ولكم ببراءة جيننتك . اذ انه رأى فى الواقع بعد بحث معمّق ان هذه البراءة لاتفى بمقياس النشاط الاختراعى .

ـــ هوفمن لاروش Hoffman Loroche ضد جننتك Genentech

في ٥ سبتمبر ١٩٨٦ رفعت مؤسسة هوفمن لاروش دعوى على جننتك لتعديها على براءة اختراع مؤسسة الـ Hormone Research Foundation الخاصة بهرمونات النمو الآدمي والتى منحت في ١٩٧٤ (وهى براءة تختص مؤسسة لاروش بحيازة الترخيص الخاص بها دون سواها من المؤسسات) . والمشكلة التى اثيرت هنا هى انه اكتشفت عدة بروتينات طبيعية وحصلت على براءات اختراع قبل انتاجها بالهندسة الوراثية بفترة طويلة . وهذه مثلا حال الانترفيرون الذى صدرت بشأنه براءة اختراع فى ١٩٧٢ .

لعبة التنافس / التعاون بين المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة والمجموعات الصناعية

يعتبر عموما أن من مجموع المبالغ المنفقة من أجل ابتكار (خلاف الاستثمار المنتج) ينفق في المتوسط من ١٠ إلى ٢٠٪ للبحث الأساسى ، و٣٠ إلى ٤٠٪ للتطوير ، و٣٠ إلى ٤٠٪ لهندسة الانتاج ، و١٠ إلى ٢٠٪ للتسويق . واذا افترض أن البيوتكنولوجيات لاتخالف هذه القاعدة ، لايمكن الا أن تتزايد احتياجات تمويل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة كلما اقتربت أكثر من السوق . وعلاوة على ذلك ، كما سبق وقلنا ، البيوتكنولوجيات عموما تكمّل التكنولوجيات التقليدية . ويترتب على ذلك أنه كى تنتقل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الى مراحل التطوير والتسويق ، عليها أن تضم اليها قدرات ودرايات تكميلية . فمشكلة الوصول الى السوق لاتثار إذن فيما يتعلق فقط

بالتمويل بل أيضا فيما يخص الكفاءات وتنظيم المؤسسة . ويلخص Gregory Lawless من شركة Dupont de Nemours هذه الفكرة تلخيصا كاملا فيقول : « لم يفكر بعض من أصحاب المشاريع تفكيراً كاملا في تتابع الأحداث الذى يؤدى من العلم الى المنتج . ان ذلك لايقتضى مالا كثيراً فحسب بل أيضا مجموعة من الكفاءات تختلف عن المجموعة التى لدى هذه المؤسسات » .

في مرحلة الانبثاق ، استفادت المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة من مساندة مزدوجة من المجموعات الصناعية : مساندة مالية شاملة (قد تمثل المجموعات الصناعية ٤٠٪ من الاستثمار المتجمع في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بين ١٩٧٨ و١٩٨٥) ومساندة أكثر تحديداً على شكل تمويل عقود بحوث وتطوير . وكى تنتفع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بهذا المورد المالى ، عليها أن تمارس مفاضلة دقيقة لاختيار التكنولوجيات التى ترهنها بموجب مثل هذه العقود والتكنولوجيات التى تطورها هى ذاتها .

وتتوفر لديها عدة خيارات في مرحلة التطوير الصناعى لمنتجات الجيل الأول : منح ترخيص استغلال المنتج لمجموعة صناعية ، أو استحداث اتفاق مشترك أو التطوير الفردى . وتوجد عامة استراتيجيات مختلطة تستهدف معالجة سلبيات كل من هذه الخيارات . واذ تحتفظ هذه المؤسسات بمجالات محمية (بمعنى ثنائى المنتج ــ البلد) لنموها الذاتى ، ستشرع من جهة أخرى في البحث عن شركاء صناعيين .

ومن جهة ستتقبل المجموعات الصناعية المتواجدة في الأسواق المعنية والتى ليس لديها منتجات جديدة ، عروض مشاركة . فهناك إذن في هذا الاتجاه تكامل استراتيجى بين الأطراف . وينتج عن ذلك اليوم شبكة بالغة التعقيد من الاتفاقات المتقاطعة بين المؤسسات التكنولوجية الجديدة والمجموعات الصناعية . غير أنه على الأجل البعيد يكون بصفة عامة هدف المجموعة الصناعية احتواء التكنولوجيا . وفي علاقة المشاركة يوجد اذن بانتظام عنصر منافسه حيث أن المجموعة الصناعية تحاول حيازة التكنولوجيا .

فطريق النجاح تبدو اذن ضيقة بالنسبة للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ويتمثل الحل الوحيد القابل للبقاء في المراهنة على تقدم تكنولوجى دائم . وهى تستطيع بذلك الحد من أوجه تصلب الاستثمارات الثابتة التى تشكل عقبة عندما تتطور التكنولوجيات كما تحد أيضا من المضار المرتبطة بنقل التكنولوجيا في إطار المشاركة ، حيث أن المعلومات التى تنشر تتعلق بتقنيات ناضجة وليس ببداية تقدم معلوماتها . وعلى هذا الوتر المشدود ، على تلك المؤسسات ان تتفادى الظهور بمظهر التهديد للمؤسسات القائمة وبالفعل ، نظرا الى بنية المساهمين يكون للمؤسسات المذكورة رقابة هشه جداً ويمكن أن تصبح ، عند الاقتضاء ، موضوع عملية استيعاب أوضح . وفي مجال عمليات استيعاب مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة ، عرفت اثنتان منها مثل هذا السيناريو في ١٩٨٥ : Hybritech التى اشترتها شركة Ely Lilly بمبلغ ٣٥٠ مليون دولار و Genetic Systems التى اشترتها Bristol Myers بمبلغ ٢٩٥ مليون دولار وهاتان المؤسستان البيوتكنولوجيتان الجديدتان متخصصتان في مجموعات اختبارات التشخيص .

وفي تاريخ اقرب ، عام ١٩٩١ ، لقيت مؤسستان جديدتان معنيتان بالبيوتكنولوجيا من اهم المؤسسات في عالم انتاج المواد الصيدلية ، مصيراً مماثلا : فقد اشترت هوفمن لاروش مؤسسه جننتك بمبلغ ثلاثة مليارات دولار بينما اضطرت CETUS الى الاندماج مع CHIRON (مقابل مبلغ ٦٥٠ مليون دولار) . وفي عالم البيولوجيا النباتية كانت عمليات الاندماج والشراء عديدة أيضا . ونذكر من اهمها : اندماج Agrigentis مع لوبريزول Lubrizol في ١٩٨٥ و Plant genetic مع Calyene و AGS مع DNA Plant Technology في ١٩٨٩ .

والمشكلة في هذا النوع من الصفقات هي أن يعرف بدقة ماذا تشتريه المجموعة الصناعية . فمن جهة ليس العاملون مرتبطين بالمؤسسة ويبدو أنة أثناء الصفقات يلاحظ نقل أشخاص أكفاء . ومن جهة أخرى كثيرا ما تعود كفاءة

هذه المؤسسات الى تنظيمها والى استقلالها . فادماج العاملين في أقسام بحوث المجموعات الصناعية يمثل إذن مخاطرة . ولكن المجموعة الصناعية تشترى مخزونا من براءات الاختراع قيمتها ، كما رأينا ، غير مؤكدة ولكنها تبدو أنها كانت ناجحة بالنسبة لشركة Ely Lilly على سبيل المثال .

البيوتكنولوجيات في علاقات التنافس

ثمة خيارات متنوعة في متناول الشركات القائمة التى تواجه تغيراً سريعا : الامتناع عن عمل أى شيء ؛ السعى الى الحصول على معلومات أفضل ومحاولة تجميد تطور التقنية الجديدة وتحسين التقنية التقليدية والمساهمة النشطة في التغيير . وفي حالة ما اذا قررت الشركة الأخذ بالمساهمة النشطة ، يكون لها الخيار بين استراتيجية دفاعية (وتتمثل في استخدام التكنولوجيا الجديدة لدعم مسارها التقليدى) ، واستراتيجية اقتحامية (تتمثل في استخدام التكنولوجيا الجديدة للتنوع في قطاعات نشاطات اخرى) . وفيما عدا الهدف الشامل كما عرفناه توا ، تضع الشركة إجراءات ملموسة وشكلا تنظيميا يكون لهما دور أساسى في تطور نشاطها على مر الزمن .

وعلى هذا النحو في نهجنا الى الاستراتيجيات الصناعية سوف نميز وجهين . سنتعرض أولا ، بصورة عامة ، للاستراتيجيات الشاملة والكيفية التى يمكن بها تعديل ديناميات تشغيل القطاعات أى المسارات القطاعية . وفي مرحلة ثانية ، سنعرض أشكال التنظيم الجديدة التى تم إرساؤها . والمستوى المنخفض لادماج الأنشطة المرتبط بتعدد اتفاقات التعاون (الاتفاقات بين المجموعات ، ومع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة أو مع الجامعة) ، قد يفسر على أنه رغبة مستمرة في الانفتاح كي تزداد القدرة على الابتكار ، وعلى نقيض ذلك قد يكون ظاهرة انتقالية اذ أن المجموعات تحاول بهذه الوسيلة الحصول على التكنولوجيا على أن تنغلق على نفسها في مرحلة ثانية لسد المواقف .

بيّنَت دراسة تناولت نشاط ٩٥ شركة صناعية عاملة في الصناعة الحيوية ، أنه يلاحظ فرق في التصرف بين شركات الصيدلة وشركات الكيمياء . فالاولى تتبع استراتيجيات دفاعية على النطاق العالمى : إن بحوثها في مجال البيوتكنولوجيا تتركز على التطبيقات الصيدلية . أما مجموعات الكيمياء فلها أساسا استراتيجيات اقتحامية : إن الكيمياء ليست إلا قطاع التطبيق الثالث لبحوثها البيوتكنولوجية .

• المجموعات الكيميائية في داخل البيوتكنولوجيات

إن التطبيقات في الكيمياء ليست متوقعة عموما إلا على الأجل البعيد جدا وإن كانت احتمالاتها مهمة جداً (لاسيما مع التقدم المحرز في مجال هندسة البروتينات) .

إلا أن للمجموعات الكيميائية نصيبا نشطا جداً في تطوير البيوتكنولوجيات . وتفسر عوامل ثلاثة هذا الوضع وهى :

ــ **مكانة الكيمياء في النظام الانتاجى** : إن الكيمياء مورّد سلع وسيطة لقطاعات نشاط عديدة . فهى اذن حساسة لتأثيرات البيوتكنولوجيات في هذه القطاعات : نذكر على سبيل المثال التغييرات التى تحدث في الزراعة والتى تشكل تهديدات وفرصا في المجالات الزراعية الكيميائية .

ــ **بنية المجموعات الكيميائية** : إن المجموعات الكيميائية كثيرا ما تكون بصفة عامة متنوعة جداً ، لاسيما في عالم الصيدلة (أول القطاعات التطبيقية) وتدعم البيوتكنولوجيات هذا الميل إلى التنوع .

ــ **تطور المجموعات الكيميائية** : هذه المجموعات مرتبطة جداً ــ تاريخيا ــ بمجالات الأنشطة البتروكيميائية وإثر الأزمات النفطية حدث بها استراتيجية تستهدف التقليل من المخاطرات إلى اعادة التركيز على الكيمياء الرفيعة أو كيمياء التخصصات . إن الانخفاض الحديث لسعر الطاقة والدولار ترتب عليه استئناف

الاهتمام بالكيمياء الثقيلة في الولايات المتحدة (مع استعادة شركة Hoechst لشركة Celanese) . ولكن هذا التحرك الذى أملته الظروف لايتناقض مع الاتجاه إلى التركيز من جديد على أنشطة ذات قيمة مضافة أعلى ، خاصة بتكثيف البحوث . (أنظر الجدول ١٠) .

وقبل الخوض في استراتيجيات بعض المجموعات ، سنعالج أولا تعديلات المسارات القطاعية للصيدلة والزراعة الغذائية وصناعة البذور .

• توافق البيوتكنولوجيات في الصيدلة

يعتبر عادة أن البيوتكنولوجيات تشكل فرصة طيبة لصناعة الصيدلة . والحقيقة أن هذه الصناعة كانت تواجه مشكلة تناقص عائدات تكنولوجيتها التقليدية : لقد أصبح لازما مواصلة زيادة الاستثمار في البحوث ولكن للحصول على نتائج متناقصة (تبلغ تكلفة البحوث والتطوير لمنتج جديد ٧٠ مليون دولار على عشر سنوات) واحتكار القله الدولي هذا (راجع الجدول ١٠) العامل فى سوق قيمتها ٨٠ مليار دولار كان سيواجه ضرورة مواصله تسويق المزيد من المنتجات الخاصة المحددة (خارج براءات الاختراع) ، ويترتب على ذلك انخفاض محسوس في فروق الأرباح .

وكان من المستطاع أن تساهم إذن البيوتكنولوجيات في قلب هذا الاتجاه بإتاحتها تجديد التقنيات . الا أن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة هى التى تطورها في المقام الأول وهى تسعى تدريجيا إلى احتلال المجال بحماية نفسها ببراءات اختراع متعددة . وإزاء هذه التهديدات أخذت المجموعات برد مرن جداً يجمع بين وسائل عديدة : المشاركة في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، تمويل البحوث أو اقتناء تراخيص تجارية ، والاستثمار في المعامل الداخلية للبحوث واتفاقات البحث مع الجامعات .

إلا أنّ بعض المجموعات مثل دي بون Du Pont أو مونسانتو Monsanto(التي تسعى إلى التنوع في مجال الصيدلة) نظرت إلى هذا التجدد التكنولوجي على أنه فتح نافذة استراتيجية . فالى جانب اتباع سياسة نمو خارجي (شراء بعض المؤسسات) تمول هاتان المجموعتان بحوثا هامة لها تطبيقات صيدلية . وهما اذ تحافظان على مجهود بحثي أكبر ، تأملان التفوق على المؤسسات القائمة حاليا فيما يتعلق بتسويق المنتجات الجديدة . وقد يؤدي بهما ذلك إلى القيام بدور « الرواد التكنولوجيين » (وهو دور تضطر إلى اختياره المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة) . إلا أن هذا الدور ـــ على عكس مايعتقد عموما ـــ لاينطوى إلا على مزايا فقط والميزة الواضحة هى تمكين مُدخل جديد من النفاذ من حواجز الدخول التقليدية المرتبطة بالمجهود الاعلانى الذى تبذله المؤسسات القائمة بادخال « انفصال تكنولوجى » . إلا أن خيار الرائد ينطوى على سلبيات : على الرائد تحمل تكاليف خلق السوق الجديدة والمخاطر المرتبطة بالمنتج الجديد ، (الالمام بشروط الاستعمال ، توفير المعلومات للمستهلك ، العقبات الادارية ...) . وفي بنية تكنولوجية تطورية ، قد تكون هناك مخاطرة في زيادة الاستثمار في منتجات من الجيل الأول حيث ان للمنتجات اللاحقة نوعية أفضل أو تكلفة انتاج أقل .

وللمؤسسة القائمة خيارات مختلفة إزاء الرائد ، منها محاكاته مع الافادة من خبرتها والاستناد إلى تفوق مجهودها التسويقى . وهذه هى الحال بالنسبة لشركة إيلي ليلي Eli Lilly التى تتمتع أيضا بوضع « العقار اليتيم » لهورمونتها الخاصة بالنمو الآدمي والتى ستنافس اذن الـ « بروتروبين » الذى تنتجه شركة «Genentech» . والخيار الآخر يتمثل في الاستثمار في الجيل الثانى من المنتجات . فالمؤسسة القائمة فعلا تكون بذلك الأولى فى تسويق منتج ذى أداء أفضل (هذا هو الاتجاه الحالى الملاحظ فيما يتعلق بالـ t-PA والانترلوكين interleukine) ، والاستراتيجيات التى يعمل بها تكون بالطبع أكثر تعقيداً بكثير . والدليل على ذلك في الخوض في مثال الأنسولين (راجع الكلام الوارد

جدول (١٠)

المجموعات الكيميائية العالمية الرئيسية في ١٩٨٦

(بملايين الدولارات)

الاسم	البلد	قيمة المعاملات	موازنة ١٩٨٦ (بملايين الدولارات)	البحوث والتطوير		سلك الصيدلة	سلك الكيمياء الزراعية
				١٩٨١٪ من قيمة المعاملات	١٩٨٦٪ من قيمة المعاملات		
دى بون	الولايات المتحدة	٢٧١٤٨	١١٦٧	٣,٤	٤,٣		٥
باير	ج.المانيا الاتحادية	١٨٧٦٥	٩٥٧	٤,٥	٥,١	٤	١
BASF	ج.المانيا الاتحادية	١٨٦٣٧	٦٧١	٣,٤	٣,٦		٨
هوكسبت	ج.المانيا الاتحادية	١٧٥٠٦	٩٨٠	٤,٣	٥,٦	٢	٨
IGI	المملكة المتحدة	١٤٨٧٠	٥٨٠	٣,٣	٣,٩	٢٠	٦
دوكيميكل	الولايات المتحدة	١١١١٣	٦٠٠	٤,٥	٥,٤		٧

الاســم	البلد	قيمة المعاملات	موازنة ١٩٨٦ (بملايين الدولارات)	البحوث والتطوير ١٩٨١٪ من قيمة المعاملات	١٩٨٦٪ من قيمة المعاملات	سلك الصيدلة	سلك الكيمياء الزراعية
سيباجايجي	سويسرا	٨٨٦٩	٩٠٤	٨,٥	١٠,٢	٣	٢
مونتديسون	ايطاليا	٨٦٠٩	٢٠٧	٢,٤	٢,٤		
٣ م 3M	الولايات المتحدة	٨٦٠٢	٥٦٨	٥,٥	٦,٦		
رون ـــ بولنك	فرنسا	٧٦٠٨	٤٢٦	٥,١	٥,٦	١٧	٣
DSM	هولندا	٧٢٢٩	٩٤	٠,٨	١,٣		
مونسانتو	الولايات المتحدة	٦٨٧٩	٥٢٣	٤,٦	٧,٦		٤
أكزو	هولندا	٦٣٧٣	٢٧٤	٣,٨	٤,٣		
يونيون كاربايد	الولايات المتحدة	٦٣٤٣	١٤٦	٢,٧	٢,٣		
ميتسوبيشي كم	اليابان	٦٠٥٣	—	—	—		

ملحوظة : على سبيل المقارنة ، نفقات البحوث والتطوير لشركة رون ـــ بولنك تفوق موازنة المعهد القومى للبحوث الزراعية

المصدر : Precepta, 1987

جدول (١١)

المجموعات الصيدلية الرئيسية العالمية فى ١٩٨٦

(بملايين الدولارات)

المجموعة	البلـد	اجمالى قيمة المعاملات	٪للمعاملات فى الصيدلة	قيمة المعاملات الصيدلية	البحوث ٪ من قيمة المعاملات	ملايين الدولار
مرك	الولايات المتحدة	٤١٢٩	٪٩١	٣٧٧٠	٪١٢	٤٧٩
هوكست	ج.المانيا الاتحادية	١٧٥٢٢	٪١٧	٣٠٤٩	٪٦	٩٨١
سيباجايجى	سويسرا	٨٨٦٩	٪٣٢	٢٨٤٧	٪١٠	٩٠٥
باير	ج.المانيا الاتحادية	١٨٧٨٢	٪١٥	٢٧٩٩	٪٥	٩٥٨
American Home product	الولايات المتحدة	٤٩٢٧	٪٥٢	٢٥٦٢	٪٥	٢٢٧
آبجون	الولايات المتحدة	٣٢٦١	٪٧٤	٢٣٩٧	٪١٤	٤٥٠
سميثكلاين	الولايات المتحدة	٣٧٤٥	٪٦٢	٢٣١٨	٪١٠	٣٧٨
فايزر	الولايات المتحدة	٤٤٧٦	٪٤٩	٢٢٠٢	٪٨	٣٣٦
ساندوز	سويسرا	٤٦٤٨	٪٤٦	٢١٥٧	٪٩	٤١٤
إلي ليلي	الولايات المتحدة	٣٧٢١	٪٥٧	٢١٢١	٪١٢	٤٢٨
جلاكسو	المملكة المتحدة	٢٠٩٥	٪١٠٠	٢٠٩٥	٪٨	١٦٦
بريستول مايرز	الولايات المتحدة	٤٨٣٦	٪٤١	١٩٦٣	٪٦	٣١٠

المجموعة	البلـد	اجمالى قيمة المعاملات	٪للمعاملات فى الصيدلة	قيمة المعاملات الصيدلية	البحوث ٪ من قيمة المعاملات	ملايين الدولار
تاكيدا	اليابان	٣٢٧٤	٪٥٧	١٨٥٦	٪٦	١٩٦
هوفمان لاروش	سويسرا	٤٣٤٨	٪٤١	١٧٧٠	٪١٤	٦٢٦
سانكيو	اليابان	٢١٩٨	٪٨٠	١٧٤٧	٪٥	١١٤
جونسن وجونسن	الولايات المتحدة	٧٠٠٢	٪٢٥	١٢٢٩	٪٧	٥١٨
رون بولنك	فرنسا	٧٦٠٥	٪٢٢	١٦٥٠	٪٦	٤٢٦
بهرنجر انجلهايم	ج.المانيا الاتحادية	١٨٨٦	٪٨٦	١٦١٨	٪١٦	٣٠٤
شيرنج بلاو	الولايات المتحدة	٢٣٩٥	٪٦٥	١٥٥٤	٪٩	٢١١
ICI	المملكة المتحدة	١٤٨٦٦	٪١٠	١٥٣١	٪٤	٥٨٠

المصدر : Preepta 1987

داخل الاطار) .

إن المجموعات الصيدلية تتمكن من التغلب على تخلفها ومواجهة اقتحامات المدخلات الجديدة بالمحافظة على الأوضاع المختلفة أو بفتح فرص جديدة ، وذلك إما عن طريق براءات الاختراع أو بفضل جهودها البحثيه (في المعامل أو في الجامعة) .

وفي مجال الصيدلة لم يعدّل الانفصال التكنولوجى قواعد المنافسة التقليدية . فعلى المدخلات الجديدة ليس فقط التميز بمزيد من التكنولوجيا ، بل أيضا بالأخص الاستحواذ على الدراية بسياسة النمو الخارجي . ومن الجائز أن تسعى المجموعات الصيدلية ـــ بعد الافادة من التدريب التكنولوجى الحالى ـــ إلى الخروج من مسارها التكنولوجى للاستثمار في البيوتكنولوجيات في قطاعات أخرى . وفي هذه الحالة ستكون للولايات المتحدة ميزة كبيرة على البلدان الأخرى بسبب أهمية سوقها الداخلية وحجم المجموعات .

إن اليابان ـــ وهى السوق العالمية الثانية للمنتجات الصيدلية (١٣٪ من المبيعات) ولكنها يعوقها تخلف تكنولوجى في مجالات الهندسة الوراثية والهبريدومات ـــ تتبع سياسة نشطة في الحصول على التكنولوجيا وقد مولت الشركات اليابانية بحوثا عديدة في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة في الولايات المتحدة . وهذا يؤدى بها حاليا إلى اتقان التقنيات الأساسية الكبرى .

• البيوتكنولوجيا والكيمياء الزراعية : تهديد أم فرصة

إن صناعة الاصحاح النباتي تمثل ، فيما يخص النباتات ، الصيدلة بالنسبة للانسان . وتشكل هذه السوق حاليا مبيعات تبلغ قيمتها ١٦ مليار دولار في العالم . وإزاء الأزمة في الزراعة لاتستطيع المجموعات استهلاك مبالغ متزايدة من تكاليف البحوث والتطوير الا بالانتشار على الصعيد الدولى . وهكذا يتسم احتكار القلة الأول (الشركات العشر الأولى تمثل ٧٠٪ من السوق) في السنوات

الأخيرة ، بالعديد من عمليات الاندماج والنمو الخارجى (يرجع إلى الجدول) .

إن ظهور البيوتكنولوجيات ينظر إليه في البداية على أنه تهديد خطير لصناعة الاصحاح النباتى . والحقيقة أنه فيما يتعلق بمكافحة الأمراض أو الآفات التى تهدد النباتات ، هناك طريقان مفتوحتان : الطريق الكيميائية والطريق الوراثية . وللطريق الوراثية مجموعة من المزايا : إن تثبيت جينة مقاومة يمكّن من تلافى آثار استخدام مبيدات الآفات على البيئة ولاتترتب عليه الأعباء السنوية التى يشكلها شراء هذه المبيدات . ومع التقنيات الجديدة لنقل الجينات ، سرعان مايسود الاعتقاد أنه سيكون من السهل وقليل التكلفة الاتجاه نحو المقاومة الوراثية للأمراض والآفات .

وإزاء هذا التهديد الذى يهيمن على السوق ، تتبع شركات الاصحاح النباتى رد فعل مزدوج : إنها تستثمر في البحوث البيوتكنولوجية لتدرك ولتتقن تطور التقنيات الجديدة . وهى تتخذ ، بالتوسع الخارجى ، وضعا ملائما في سوق البذور التى ـــ وفقا لكل التوقعات ـــ ستفيد من التغير الاستراتيجى في حماية النباتات .

وحاليا ، الآمال المعقودة على مقاومة النباتات وراثيا ، معتدلة جداً . ويزعم خاصة أن مقاومة الأمراض تحدده مجموعات من الجينات . ولكن اذا كان نقل الجينات المنفردة أمراً معروفا ومستطاعا ، الا أن المجموعات ذات الجينات المتعددة تثير مشكلات معقدة لن تحل (احتمالا) الا على المدى البعيد . والواقع البحوث التى أجريت مكنت من اكتشاف مجالات تطبيق جديدة .

الابتكار والمنافسة : مثال الأنسولين

يمثل حاليا الأنسولين المستخدم لعلاج مرضى السكر سوقا قيمتها ٤٥٠ مليون دولار على النطاق العالمى ومنذ اكتشافها عام ١٩٢٢ ، كانت هذه الهرمونة تستخرج تقليديا من البنكرياس الحيوانى . وحتى ١٩٨٣ ظل الوضع التنافسي في هذا القطاع احتكاراً ثابتا لأقلية : فشركة إيلى ليلي تسيطر على السوق في الولايات المتحدة بينما شركه نوفو (الدانمارك) تسيطر على السوق الأوروبية باستثناء جمهورية المانيا الاتحادية حيث لشركة هوكست مكان الصدارة في السوق المحلية . ولما كانت شركة إيلى ليلى قد حصلت قصراً على ترخيص من شركة جننتك Genentech (ترخيص منح عام ١٩٧٨) فإنه يبدو أنها كانت المجموعة الأولى التى تستطيع عرض الأنسولين الآدمى وإستنادا إلى هذا المنتج الجديد ، اقتحمت شركة ليلى معاقل نوفو وهوكست في أوروبا . وقد تبلغ في ١٩٨٥ مبيعات الأنسولين الآدمى ـــ الهومولين ـــ ٦٠ مليون دولار (لاجمالى مبيعات الأنسولين يبلغ ٢٦٥ مليون دولار) .

وعندما أعلنت شركة ليلي عن انتاجها للأنسولين الآدمى بواسطة الهندسة الوراثية ، كان لشركتي نوفو وهوكست رد فعل مزدوج . فعلى الأجل القصير ، طرحتا إنتاج أنسولين آدمي تم تخليقه بالتركيب النصفى : فقد استخدمتا أساليب الهندسة الأنزيمية التى طورت في السبعينيات لتحويل الأنسولين الخنزيرى إلى أنسولين آدمى . وبفضل هذه التقنية استطاعت شركة نوفو أن تسبق شركة

ليلي بشهر واحد في تسويق المنتج (في ١٩٨٢ في السوق البريطانية) .

إلا أنه ظهر أن التقنية التى أخذت بها شركة نوفو أقل كفاءة : فبما ان تقنية ليلى تفيد من أثر اكتساب الخبرة (سعر الوحدة ينخفض مع الخبرة) ، ووفر الحجم ، فإن الفرق في تكلفة الانتاج لايمكن الا أن ينخفض لصالح شركة ليلي وربما كان في الأمر اختيار مقصود : ففى سباق اللحاق الذى دخلته شركة نوفو كان من اللازم الأخذ « بتكنولوجيا خاسرة » لاحتلال المجال على النطاق التجارى القصير الأجل . وقامت شركة نوفو باقتحام مضاد في الولايات المتحدة بعقد اتفاقات تعاون مع شركة سكويب Squibb (الولايات المتحدة) الأمريكية بشأن أنسولينها المنتج بالتركيب النصفى . ومن جهة أخرى وقّعت شركة نوفو عقداً مع مؤسسة التكنولوجيا الجديدة السويسرية Biogen للحصول على أسلوب بديل لانتاج الأنسولين بالهندسة الوراثية .

وإذا كان يبدو أن شركة ليلي قد تفوقت بقيامها بدور الرائد التكنولوجى ، فان البحوث تتجه الآن إلى شبيه الأنسولين ، النسابق للأنسولين والذى يتميز بأثر مؤخر (حيث تتحسن شروط العلاج) . ويقال إن شركات إيلي ليلي ، وسيتوس Cetus وهوكست هى الأكثر تقدما في هذه البحوث .

جدول (١٢)

مجموعات الاصحاح النباتي العالمية الرئيسية فى ١٩٨٥

(بملايين الدولارات)

الاسم	البلد	النشاط الرئيسى	قيمة معاملات الاصحاح النباتى	نصيب أعمال الاصحاح فى قيمة المعاملات (٪)
باير	المانيا الاتحادية	كيمياء	٢٣٤٤	١٥,٠
سيباجايجى	سويسرا	صيدلة	٢٠٧٠	٢٨,٠
رون ــ بولنك	فرنسا	كيمياء	١٢٧٢	١٣,١
مونسانتو	الولايات المتحدة	كيمياء	١٠٧٢	١٦,٠
دى بون	الولايات المتحدة	كيمياء	١٠٠٠	٣,٤
ICI	المملكة المتحدة	كيمياء	٩٢٧	٦,٧
دوكيميكال	الولايات المتحدة	كيمياء	٧٠٠	٦,١
هوكست	المانيا الاتحادية	كيمياء	٦٨٠	٤,٧
BASF	المانيا الاتحادية	كيمياء	٦٨٠	٤,٥
شيرنج	المانيا الاتحادية	صيدلة	٤٨٨	٢٨,٢
ساندوز	سويسرا	صيدلة	٤٦٠	٧,١
شل	المملكة المتحدة	كيمياء	٤٥٠	١١,٥
إيلى ليلى	الولايات المتحدة	صيدلة	٤٠٨	١٢,٥

المصدر : Precepta 1987

ــ إن الفرص المرتبطة بالتحسين الوراثي للكائنات المجهرية التي تتعايش مع النباتات ، عديدة . وهي تتراوح من تحسين البكتيريا المتعايشة (من نوع الريزوبيوم الذي يثبت نتروجين الجو في البقول) إلى انتاج المبيدات الحشرية البيولوجية (بدءاً من البكتيريا Bacillus Thurengiensis التي انتجها ساندوز ومعامل ابوت) مروراً بانتاج بكتيريات تخفف حساسية النباتات للصقيع (Pseudomonas Syrengiensae) والتي يطورها حاليا Advanced Genetic Sciences و Monsanto) .

ــ وثمة استراتيجية أخرى تستخدم في مكافحة الحشرات وتتمثل في نقل جينة من البكتيريا Bacillus Thurengiensis في النباتات . وتخلّق تلك النباتات عندئذ مادة سامة تقضي على اليرقات عندما تهاجم الأوراق . وتجرى شركات عديدة بحوثا في هذا المجال منها على سبيل المثال شركة Rohm & Haas (الولايات المتحدة) التي طلبت في ١٩٨٦ تصريحا من السلطات الفدرالية لاختبار نباتات تبغ معدلة .

ولكن إلى جانب ذلك تخصص مبالغ هامة للحصول على نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب . والحقيقة أن حساسية النباتات المزروعة لمبيدات الأعشاب تثير حاليا أنواعا مختلفة من المشاكل : انها تستلزم اقتلاع الاعشاب الضارة ميكانيكيا فى حالة عدم توفر مبيد أعشاب وهى تقلل من كفاءة الدورات في حالة ما اذا كانت الزراعة التالية حساسة لعلاجات الزراعة السابقة لها (مشكلة دورة الذرة / الصويا في الولايات المتحدة) وتتمثل الاستراتيجية التقنية المتبعة حاليا في تطوير مبيدات أعشاب واسعة الطيف (تؤثر على غالبية النباتات) وعزل أو تخليق جينة المقاومة وإدخالها في النباتات المزروعة .

تهيىء مقاومة مبيدات الأعشاب إحتمال توسع السوق يقيّمة مكتب L.W.Teweless الأمريكى بأكثر من ٢ مليار دولار في عام ٢٠٠٠ . وعلاوة على ذلك فأنها ستمكّن من إستهلاك تكاليف تطوير جزيئات جديدة للأعشاب (وتقدر تلك التكاليف بـ ٤٠ مليون دولار في المتوسط) في أسواق أوسع .

والحسابات التى عملت حسب الضوابط التقنية الحالية تبين في الواقع أن تحمل الصويا للاترازين قد يهيىء زيادة في المبيعات السنوية لشركة سيبا ــ جايجى قدرها ١٢٠ مليون دولار ؛ كما أنه قد يهيىء التوسع في النباتات المقاومة للـ Roundup (أول مبيد اعشاب في العالم) زيادة مبيعات مونسانتو قدرها ١٥٠ مليون دولار . وقد تهيىء البحوث التى تجريها شركة Plant Genetic Systems في بلجيكا على مبيد الأعشاب باستا Basta الخاص بشركة هوكست ، زيادة المبيعات بـ ٢٠٠ مليون دولار .

وحسب صندوق التقدم الريفى الدولى ، هناك ٢٨ شركة على الأقل طرحت أكثر من ٦٥ برنامجا في مقاومة مبيدات الأعشاب . ومن بين مجموعات الاصحاح النباتى الرئيسية ، ساندوز هى إحدى الشركات الوحيدة التى تعلن عن أنها لاتجرى مثل هذه البرامج .

وهكذا استطاعت المجموعات الكيميائية ، بسلوكها طريق البيوتكنولوجيات ، خلق فرص ، بدءاً مما كان يعتبر في الأصل أنه تهديد . فالتحكم الوراثى والتحكم الكيميائى في النباتات (مع تطوير هرمونات النمو على سبيل المثال) يبدوان اليوم انهما متكاملان أكثر مما هما بديلان . ويحث هذا الاتجاه بشدة شركات الاصحاح النباتى على الخروج من مسارها والابتكار في صناعة البذور . وإنتاؤها لمجموعات كيميائية متنوعة يتيح لها خبرة النشاطات المتعددة القطاعات [١٢] .

● تعديلات التنافس في صناعة البذور

تبلغ المبيعات في سوق البذور العالمية حوالى ١٢ مليار دولار سنويا . وتتعرض هذه الصناعة بصورة مباشرة كلية لآثار الانتاج المفرط في الزراعة الذى يتسبب في انحسار المساحات المزروعه في البلدان الصناعية الرئيسية . إن الضغوط التنافسية الناجمة عن ركود السوق تخفف التقسيم الشديد جداً لها . فسوق البذور

تتألف من اقسام عديدة كثيرا ماتكون صغيرة الحجم تتميز بأوضاع شبه احتكارية ، أو باحتكارات الأقلية . الا أن هذا التركيز في مستوى القطاعات لا يصادف فيما يخص السوق برمتها : فالشركات العشر الأولى تمثل فقط ٢٠٪ من السوق العالمية تقريبا [١٢] .

وثمة بعض الشروط التقنية حدّت طويلا من نمو المؤسسات على الصعيد الدولي . فالإداءات الزراعية لنبات معين ستتوقف على تكيّفه مع « البيئة » أى مع الظروف البيئية (المتعلقة بالتربة والمناخ وأيضا الظروف التقنية والاقتصادية والاجتماعية) التى تحيط بزراعته . ولما كانت هذه الظروف تتغير بشدة في العالم فان تكاليف البحوث / الاختبار تتزايد بنسبة السوق المستهدفة ، بقدر ماتكون البحوث جادة للغاية . ان وفورات الحجم في مجال البحوث ضئيلة جداً إذن .

وبالرغم من الظروف التقنية ــ الاقتصادية التقليدية المؤاتية للابقاء على وحدات انتاج متوسطة الحجم ، فان صناعة البذور تمر منذ نهاية الستينيات بتحركات توسع خارجى هامة : من ١٩٦٨ إلى ١٩٨٥ ، استطعنا احصاء حوالي ٣٠٠ حالة ضم شركات بذور في الولايات المتحدة وأوروبا . ولهذه الموجة من التحركات المالية أثر اساسي على تصنيف متوليي الزعامة العالميين : فمن الـ ١٤ مجموعة الأولى هناك ٤ مجموعات فقط متخصصة في البذور .

وشمولا ، يفسر استثمار المجموعات الصناعية بأسباب استراتيجية طويلة الأجل أكثر مما يفسرّ بالسعى إلى تحقيق أرباح عاجلة (حيث أن نسبة الرابحيه المتوسطة في البذور ضئيلة) . والمجموعات الكيميائية أو الصيدلية التى تدخل مجال البذور تبغى التنوع على المدى البعيد في الأنشطة المرتبطة بالزراعة والموارد المتجددة . غير أن غياب وفورات الحجم (التى قد تكون مؤاتية نظرا لأهمية مبيعات البذور) وأهمية معوقات الدخول (المرتبطة بالصفات الذاتية لحرفة المشتغل بالبذور) تفسر الفشل النسبي لهؤلاء الدخلاء الجدد أمام الشركات القائمة فعلا [١٢] .

وفي تلك المواجهة يُنظر إلى البيوتكنولوجيات على أنها وسيلة جديدة تهيىء

للمجموعات الصناعية ميزة تنافسية على العاملين التقليديين في صناعة البذور . وبالرغم من أن البيوتكنولوجيات لاتحل محل التقنيات والدرايات التقليدية بل تكملها ، إلا أنها تُدْخِل فرقا هاما في لعبة التنافس . ولما كانت الحامل للتمليك الخاص (الخصخصة) للمعلومات الأساسية ، فهي تهيىء ميزة جديدة للمؤسسات الكبيرة الحجم : فبعكس الانتقاء النباتى ، يمكن تركيز البحوث البيوتكنولوجية الزراعية في مقر الشركة واستثمارها في كل مناطق العالم (ومن ثم كانت وفورات الحجم المرتبطة بالبحوث والتطوير) .

إلا أن في الوضع الحالى للقانون ، لاتستطيع المجموعات التى تستند إلى البحوث البيوتكنولوجية استثمار هذه الميزة . فمنذ ١٩٦١ صناعة البذور مزودة بنظام محدد لحماية الاختراع : قانون المحصلات النباتية الذى تشرف عليه الرابطة الدولية لحماية المحصلات النباتية . والسمة الخاصة لهذا القانون أنه يمنح حق احتكار منقوص على النوعيات المخلّقة : فكل باحث يستطيع أن يستخدم في اغراض البحث نوعية محمية دون أن يدفع رسوما لمن تحصّل عليها . وعلى هذا النحو يستطيع المنافسون استخدام أى نوعية تحتوى على جينة جديدة دون أن يدفعوا لمستنبطها أي جعل . فمسألة مدّ براءات الاختراع الصناعية لتغطى النوعية تعتبر أساسية إذن . وهى تواجه المجموعات الكيميائية بالمشتغلين التقليديين بصناعة البذور . وفيما يتجاوز ذلك تتضارب نظريات الابتكار : فهل يتعلق الأمر بسلعة عامة تموِّلها الضريبة وحيازتها حرة ، أو بسلعة خاصة تشكل في آن واحد موضوع وعامل منافسة ؟ .

لم تتجاوز بعد البحوث البيوتكنولوجية النباتية مرحلة الانبثاق . والمتوقع أن تتم في ١٩٩٣ التطبيقات التجارية المرتبطة بمُقاومات مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات الحيوية والبكتيريات « المقاومة للصقيع » ولكن فيما يتجاوز تلك المنتجات من الجيل الأول ، يظهر تدريجيا نظام تقني جديد يجمع بين أنماط جينية جديدة وجزيئات كيميائية (خاصة بالاصحاح النباتى ومنظم النمو) وكائنات

جدول (١٣)

الشركات الرئيسية النشطة فى مجال البذور على الصعيد الدولى عام ١٩٨٥

(بملايين الدولارات)

المجموعة	البلد	النشاط الرئيسى	قيمة معاملات البذور
بيونير Pioneer	الولايات المتحدة	البذور	٧٣٤,٥
ساندوز Sandoz	سويسرا	الكيمياء	٢٨٩,٨
ديكالب ـ فايزر	الولايات المتحدة	البذور	٢٠١,٤
ابجون Upjohn	الولايات المتحدة	الكيمياء	٢٠٠
ليماجرين Limagrain	فرنسا	البذور	١٧١,٦
شل Shell	المملكة المتحدة	الكيمياء	١٥٠ ـ ٢٠٠
سيباجايجى	سويسرا	الصيدلة	١٥٢
لفارج Lafarge	فرنسا	الكيمياء	١١٩
كارجيل Cargill	الولايات المتحدة	الزراعة الغذائية	١١٥
لوبريزول Lubrizol	الولايات المتحدة	النفط	١١٠
فولفو Volvo	السويد	الميكانيكا	٩٧,٢
ICI	المملكة المتحدة	الكيمياء	٩٠
KWS	المانيا الاتحادية	البذور	٧٤

المصدر : Pecepta, 1987

مجهرية معدلة وراثيا . وتشكل صناعة الكيمياء ــ باسهامها في هذه الأنشطة المختلفة وبقدرتها البحثية ــ مركز الثقل لهذا النظام المنبثق .

بينّا في الفصلين الأولين ان البيوتكنولوجيات لا تبدو كأنها قطاع جديد ؛ بل كمجموعة من الأنشطة الجديدة ذات التطبيقات المتعددة القطاعات . ومن ثم كانت ضرورة تحليل الكيفية التى تتكامل بها وآثارها على تنظيم القطاعات التقليدية . وهذه الأمثلة الثلاثة تهدف إلى التدليل على أنها لا تتعرض لقدرة المجموعات الصناعية المسيطرة (قدرة رأس المال المركز) بل تشارك في انتشارها . وفي حالة صناعة البذور والكيمياء الزراعية ، تتمكن المجموعات ــ باتباعها تصرفات تفاهم أو بممارسة ضغوط على المؤسسات ــ من توجيه الابتكارات في اتجاه مؤاتٍ لها . ومن وجهة النظر هذه تخضع الدينامية التكنولوجية للتنظيم التقليدى . إلا أن هذا النهج الشامل لا يدعو للتخوف من تغيرات النظام داخل المؤسسات ذاتها .

البيوتكنولوجيات وتنظيم المجموعات الصناعية

فى البلدان الصناعية ٤٠ ٪ من المنتجات المصنعة أصلها بيولوجى وبالرغم من أنه ليست كل هذه المنتجات محولة كليا بعوامل بيوتكنولوجية ، كالكائنات المجهرية أو الأنزيمات ، إلا أن احتمال نمو هذه التكنولوجيا هائل بالطبع [١٤ ــ ص ١٠] . ولكن حاليا لايزال المصير الصناعى للبيوتكنولوجيات غير محدد بقدر كبير . وعلى هذا النحو ستتخذ استراتيجيات المجموعات شكل إرساء اجراءات عملية تهيىء تدريبا تكنولوجيا أكثر مما تشكل إرساءً متماسكاً لوسائل فى سبيل تحقيق هدف معين . فمن الجدير إذن التعرض ــ عن طريق تحليل تحول المنظمات ــ لإجراءات الارساء الجديدة .

خصائص البيوتكنولوجيات والتنظيم الصناعى

لقد اتبعنا حتى الآن ، على سبيل التيسير ، منطقا يستند إلى « خصائص التقنية » . واذ سلكنا هذا السبيل لاينبغى أن ننسى أن هذه الخصائص تتوقف على السياق الاجتماعي الاقتصادى : فالشك الكبير مرتبط ، على سبيل المثال ، بالالمام المنقوص بالأساليب . وهو متوقف أيضا على عدم استقرار المتغيرات الاقتصادية (السعر ، التضخم ، سعر الفائدة الحقيقى ، نمو النشاط ..) وعلى الميل إلى التجديد السريع للمنتجات .

وكذلك من المؤكد أن إعادات البناء الصناعية الكبرى التى تمت في الفترة الحديثة تقابل الاضطرابات المالية (مع ظهور الـ Raiders) بصفة خاصة) ، وإلى سياسات التحرر من التنظيمات واللوائح أكثر مما تعود إلى حتمية تكنولوجية صارمة . وقد لاحظنا أن أهمية الامكانات المالية المتاحة قد عجّلت بمرحلة الانبثاق . وبسبب هذا المنطق النظرى البحت ، قد تكون البيوتكنولوجيات الأمريكية ، على حد قول بعض المراقبين ، « رهانا ماليا بلا هدف صناعى » .

إلا أنه كما تُظهر ذلك مثلا دراسات مكتب الاقتصاد النظرى والمطبق ، في حالة المواد الجديدة وعلم الانتاج ، كثيرا مايقترن ادخال تقنيات جديدة بتعديلات جذرية في التنظيم . ويترتب على ذلك أثار مستحثة قد يكون لها أهمية أكبر من الابتكار التقنى في حد ذاته .

وفيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات ، التفاعل مع أشكال التنظيم مزدوج : فمن جهة تُستغل قدرتها بصورة أفضل بقدر ما يمكن إرساء أشكال تنظيمية (صناعية أو مؤسسية) . ومن جهة أخرى يمكن أن تكون بعض الأشكال التنظيمية التى يساعد عليها تطور البيوتكنولوجيات نموذجا في مجالات نشاط أخرى . وفي هذا المقام ، ـــ وليس من وجهة النظر التقنية البحتة ـــ قد تشكل البيوتكنولوجيات عامل خروج من الأزمة .

يجوز اعتبار المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة على أنها نموذج تنظيم

جديد ، قائم على انفتاح واسع على الخارج وعلى لامركزية المسئوليات والقرارات . وقد هيأت ، في المرحلة الانتقالية ، تحقيق عملية تدريب أفادت النظام الصناعى برمته . إلا أنها بسبب بعض المعوقات التجارية أساسا ، تشكل نسيجا هشا للغاية .

ولم يعد في استطاعة المجموعات الصناعية اليوم أن تكتفى بالتيقظ التكنولوجى على أمل أن تكتسب بذلك معلومات بمجرد مرور الزمن . إن عليها أن تخوض مرحلة تدريب تكنولوجى نشط لخلق فرص تقنية جديدة بالاستثمار في البحوث والتطوير .

سيتوقف التنظيم الذى تم إرساؤه ، على الخصائص الثلاث للبيوتكنولوجيات وهى : الشك الشديد ، وتشابك تخصصات البحوث ، والتطبيقات المتعددة القطاعات . فعلى هذا التنظيم اذن أن يفى بمطلبين : في بيئة يسودها الشك ، من الضرورى الحد من التشددات ومن ثم تفادى « الاستثمارات التى لارجعة فيها » ؛ والى جانب التدريب الداخلى ، يتعين على قدرة خلق التكنولوجيا أن تلجأ إلى التكاملات مع العوامل الاقتصادية الأخرى ، وهذا مايفترض معه زيادة درجة الانفتاح على الخارج .

وهكذا إن لم يتيسر بعد التحدث عن تنظيم العمل أو عن معادل ندوة الروبوتيه (علم الانسان الآلى) المرنة ، يمكن محاولة معرفة كيفية توصل الشركات إلى توفيق هذا المطلب المزدوج لخلق قدرة ابتكار أو ، على حد قول امندولا وجافار Amendola & Gaffard ، تطوير مرونة في المبادرة .

• قيود البنية والاستثمار في البيوتكنولوجيات

إزاء التغيير التقني ، ينبغي للمؤسسات أن تجري مفاضلة دقيقة بين الاحتمالات قصيرة الأجل المرتبطة ببيئتها التنافسية وتنفيذ عملية تدريب تمكنها من توسيع جملة الخيارات المستقبلية . ولكن نظرا إلى طبيعة أنشطة بعض المجموعات ، يكون لها مجال مناورة محدود جداً من الناحية المالية . ومقياس المجال الكلي للتمويل

الذاتي يراعى بقدر كاف حرية التصرف هذه . إن التدفق النقدى (أو المجال الكلي للتمويل الذاتى) « هو الحرية » : فالحقيقة أنه القدرة على التمويل الذاتي التى توفرها المؤسسة كل سنة .

والمجموعات الصناعية العشر التى وقع عليها الاختيار للتدليل على الاستراتيجيات المتبعة في البيوتكنولوجيات تُظهر كلها مجالا تمويليا ذاتيا كليا هاما . وبالمقارنة مع قيمة المعاملات يتراوح هذا المجال حول ١٠٪ في المتوسط في الكيمياء و١٥٪ إلى ٢٠٪ في الصيدلة . وعلاوة على ذلك ، إن هذه المجموعات الكبيرة الحجم تعيد بانتظام تحديد أنشطتها بأنشطة نمو خارجي أو تنازل عن موجودات ، تتم على الهامش . وهذا مايسمى عادة بتنفّس المجموعات . ويترتب على ذلك في بعض الظروف تراكم إمكانات مالية متاحة . وأخيراً ، نذكر الميزة الثالثة للمجموعات الجارى تحليلها وهى أن نشاط البحوث والتطوير يشكل فيها بانتظام عامل تنافس يأخذه القادة فى الإعتبار لتحديد الاستراتيجيات الشاملة .

ويعتبر عادة أن اتفاقات البحوث والتطوير تمثل مابين ٥ و١٠٪ من قيمة المعاملات في الكيمياء وبين ١٠ و١٥٪ في الصيدلة . إن إدارة موازنات بحوث مرتفعة القيمة ترتبط بها المؤسسة لفترات تتراوح بين ١٠ سنوات و١٥ سنة ، وتنطوى على مخاطر كبيرة ، تشكل خبرة قيمة لهذه المجموعات التى تستثمر في البيوتكنولوجيات . وهذا هو على كل حال أحد الأسباب التى نقل من أجلها توجيه البيوتكنولوجيات من Elf Aquitaine (الشركة الأم) الى Sanofi (فرع المجموعة في الصيدلة) .

• خلق التكنولوجيا والتعاون فيما بين الشركات

للمجموعات الصناعية ردود فعل مختلفة إزاء البيوتكنولوجيات . فلبعضها ، مثل إيلي ليلي ، رد فعل دفاعى أساسا . إن ليلي تبذل مجهود بحث داخلي هام نسبيا حيث أن من ٦٠ مليون دولار تخصص المجموعة ١٥٪ من نفقاتها للبحوث

جدول (١٤)

شكل المجموعات الصناعية الرئيسية فى البيوتكنولوجيات

	البلد	القيمة الموحدة للمعاملات بملايين الدولار	الخارج (٪ من قيمة المعاملات)	عدد العاملين	الانفاقات على التطوير والبحوث	البحوث والتطوير ٪من قيمة المعاملات	الأنشطة الرئيسية
مونسانتو(١٩٨٦)	الولايات المتحدة	٦٨٧٩	٣٢,٦	٥١٧٠٣	٥٢٣	٧,٦	كيمياء: ٥١,٦ ــ زراعة ١٦,٨ ــ صيدلة: ٩,٧.
دى بون (١٩٨٦)	الولايات المتحدة	٢٧١٤٨	ــ	١٤١٢٦٨	١١٥٦	٤,٣	بتروكيماويات: ٣٦,٢ ــ الياف :١٧,٦ ــ بوليمرات : ١٣,٥
إيلى ليلى (١٩٨٥)	الولايات المتحدة	٣٢٧١	٣١,٨	٢٨٠٠٠	٣٧٠	١١,٣	صيدلة: ٥٤,٦ ــ زراعة : ٢١,٨ ــ أدوات طبية : ١١,٣
I.C.I (١٩٨٦)	بريطانيا العظمى	١٤٨٧٠	٧٦	١٢١٠٠٠	٥٨٠	٣,٩	منتجات صناعية : ٤٤,١ ــ منتجات بناء : ٣٥,٤، زراعة: ١٧,٩
باير (١٩٨٦)	المانيا الاتحادية	١٨٧٦٥	٧٨,٨	١٧٣٠٠٠	٩٥٧	٥,١	كيمياء معدنية ٢١ ــ اجفاجيفارت : ١٦,٨ ــ بوليمرات ١٦,٤
هوكست (١٩٨٦)	المانيا الاتحادية	١٧٥٠٦	٧١,٦	١٨١١٧٦	٩٨٠	٥,٦	صيدلة ١٧,٤ ــ كيمياء ١٥,٦ ــ طلاءات : ٩,٨
ساندوز (١٩٨٦)	سويسرا	٣٤٤٠	٩٥,٨	٤٠١٦٦	٢٩٦	٨,٦	صيدلة ٤٦,٣ ــ منتجات كيماوية : ٢٤,٩ ــ تغذية ١٣,٣
سيباجايجى (١٩٨٦)	سويسرا	٨٨٦٩	٩٨,١	٨٢٢٣١	٩٠٤	١٠,٢	صيدلة : ٣٢,١ زراعة : ٢٣,٧ مواد بلاستيكية ٢٢,٣
رون بولنك (١٩٨٦)	فرنسا	٧٦٠٨	٦٩,١	٧٧١٦٦	٤٢٢٦	٥,٦	كيمياء:٤٥,٣ ــ صحة: ٢٠ ألياف ومنسوجات ١٨,٤
سانوفى (١٩٨٥)	فرنسا	١٦١٥	٥١,٦	٢١٢٨٦	١١٦	٧,٢	صحة بشرية : ٤٦,٢ عطور ومنتجات تجميل : ٢٧,٣ صناعات بيولوجية ٢٧,٣

والتطوير لهذا النشاط . والى جانب ذلك تمارس المجموعة سياسة اقتناء التكنولوجيا الخارجية مع النظر إليها نظرة تجريبية وانتهازية : فمن هذه الحالات شراء رخصة استغلال براءات انتاج الأنسولين بالهندسة الوراثية وشراء مؤسسة هبريتك . ولكن ، بصورة شاملة لاتزال المجموعة منغلقة جداً (انها لم توقع أى تعاقد مع الجامعات مثلا) ولاتتدخل الا في مشروعات لها تطبيقات على أنشطتها الحالية .

وتلجأ مجموعات أخرى إلى إعمال وسائل تصرف أشد تنوعا بكثير : البحوث الداخلية ، اقتناء تراخيص ، عقود بحث مع الجامعات أو المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، عقود تطوير أو اتفاقات تجارية مع مجموعات أخرى ... ويتمثل الأمر في هذه الحالة في خلق منظمة لامركزية تتمتع بأقصى حد من الانفتاح على الخارج . ويبدو حاليا ، على سبيل المثال ، أن مونسانتو تقع اليوم داخل شبكة إعلام حقيقية تمكنها من الجمع بين وظائف التيقظ والتدريب التكنولوجى الداخلى والخارجى . والشيء الأساسي هو إذن هنا خلق قدرة ابتكارية تستطيع أن تغذى بانتظام الأنشطة الصناعية للمجموعة برمتها . ومن المبكِّر بالتأكيد الحكم على كفاءة مثل هذا النظام ومن ثم على بقائه ودوامه .

وعلى كل حال فان التوسع في اتفاقات التعاون في البحوث والتطور تشجعه السلطات العامة في البلدان الصناعية : في الولايات المتحدة بتقديم مساعدة مالية وتعديل القانون المناهض للتجمعات الاحتكارية ، وفى أوروبا ، في نطاق برنامج أوريكا Eurekâ ، وفي اليابان في نطاق البرامج التى تنظمها وزارة التجارة الخارجية والصناعة .

وكثيرا ماتتجاوز اتفاقات التعاون مستوى البحوث فتتناول أيضا مستوى التطوير . وأخذاً في الاعتبار للشك الذى يحيط بالبيوتكنولوجيات وللسمة المتعددة القطاعات لتطبيقاتها ، تشكل هذه الاتفاقات وسيلة للحد من الاستثمارات النهائية غير القابلة للارتداد . وعلى هذا النحو تنازلت شركة مونسانتو عن تراخيص إستغلال خاصة بتقنية نقحتها في مختبراتها . ولتطوير أنواع القمح الهجين في أوروبا اشتركت المؤسسة مع جمعية Pau التعاونية وتطور شركة أورسان Orsan- وهى

جدول (١٥)

استثمارات المجموعات الصناعية الرئيسية فى البيوتكنولوجيات

المجموعة	تاريخ بدء النشاط	مركز البحوث المتخصص	موازنة البحث*	مشاركة المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة
مونسانتو	١٩٧٩	مركز بحوث علم الحياة . الاستثمار : ١٥٠ مليون دولار ـــ من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ باحث	١٠٠	جينيكس كولاجين . جيننتك ـــ بيوجين : ٢٠ مليون دولار ـــ ricultural Genetics Co.(G.B)
دى بون	١٩٧٩	معهد البحوث فى علوم الحياة بويلمجطن	١٢٠ (١٩٨٢)	England Nuclear Corp. Biotech Research Lab : ٪٥
إيلى ليلى	١٩٧٨	مركز البحوث الطبية الحيوية (١٩٨٤)،	٦٠ (١٩٨٢)	Hybritech: Contrôle (١٩٨٥)
ICI	بداية السبعينيات	قسم الزراعة بيلنجهام ـــ معمل العلوم الحيوية برنكورن .	١,٢ (١٩٨٥)	
باير	١٩٨١	مركز موتهايم (جمهورية المانيا الاتحادية): ١٨٠٠ شخص فى ١٩٨٨، ويوجد مركز آخر تحت الانشاء فى اليابان		cular Diagnostic: تحت الاشراف
هوكست	١٩٨١	مركز بحوث فى جمهورية المانيا الاتحادية	٤,٥ (١٩٨٥)	
ساندوز	١٩٨٠	المعهد النمساوى : SERANO . مركز البيولوجيا النباتية شركة Zoecon(الولايات المتحدة)		
سيباجايجي	١٩٨١	مركز بازل . مركز فى Research Triangle Park فى الولايات المتحدة شيد عام ١٩٨٤		Agricultural Genetic Co : ٪٥,١
رون بولنك	١٩٧٩	مركز بحوث Genetica . مركز بحوث N.Grillet : صحة ، كيمياء زراعية : مركز Dargoire (فرنسا) Ongar (انجلترا)		
سانوفي	١٩٨٢	مركز بحوث Labège أقيم فى ١٩٨٤ كان يضم حوالى ٤٠٠ شخص فى ١٩٨٨	٣ ـــ ٤	

المصدر : نشرة ملخص أقوال الصحف .

* بملايين الدولارات .

متفرعة من شركة Lafarge-Coppée المتخصصة في الصناعات الحيوية (بذور وتخمّرات صناعية) ـــ منتجاتها من الأحماض الأمينية في نطاق Eurolysine ، الفرع المشترك مع شركة اجينوموتو Ajinomoto اليابانية . وتظهر في بعض الحالات تركيبات معقدة : فشركة American Cyanamid على سبيل المثال ، حولت برنامج بحوث يستهدف تخليق فصيله مقاومة لأحد مبيداتها للأعشاب . وتطور شركة بيونير Pioneer ، الرائد العالمى لصناعة البذور ، نتائج هذا البرنامج الذى حققته شركة Molecular Genetics .

ولا تختص البيوتكنولوجيات بالتنظيم الأوسع لامركزية بكثير لعمليات الانتاج وبـ « تفتيت » الأنشطة الصناعية ، وهما يشكلان اتجاها جديداً للنظام الانتاجى يمكّن من الجمع بين مزايا السوق ومزايا التنظيم الداخلي .

الانتشار كمكبح للابتكار

قلما تناولنا مشاكل انتشار البيوتكنولوجيات في النسيج الصناعى . والحقيقة أن المشكلة الراهنة هى مشكلة الحوافز على الابتكار ، وفي هذا المجال كثيرا ما يدمج الابتكار في كائن (أو جزء من كائن) حي . وله طبيعيا ميل للتكرار . وبالنسبة لمؤسسة تتقن التكنولوجيات التكميلية التقليدية ، المحاكاة سهلة نسبيا . وخطر المحاكاه هذا يقلل من الأمل في الربح من الابتكار ومن ثم ، من الحث عليه . إن الحماية النظامية للابتكارات البيوتكنولوجية ستكون أحد الأعمال المميّزة للدول لتشجيع المنافسة في الصناعة .

جدول (١٦)

اتفاقات البحوث التى عقدتها المجموعات الصناعية (١٩٨٨)

المجموعات	الجامعة	البرنامج	المؤسسات البيولوجية الجديدة	البرنامج
مونسانتو	جامعة واشنجطن	t-PA	عقود مع المؤسسات	
	جامعة هارفارد	عقد لم يحدد	البيوتكنولوجية الجديدة التى	
	جامعة إكسفورد	تتابع الأوليسكاريات	لمونسانتو مشاركات فيها	
	(المملكة المتحدة)			
	جامعة روكفلر	التمثيل الضوئى		
	معهد كاليفورنيا التكنولوجى	القياس البيولوجى بالآلات		
	جامعة ديفيس	تمثيل الجزيئات بثلاثة أبعاد	Biotech Research	اختبار الايدز
دى بون	كلية الطب بجامعة هارفارد	علم الوراثة الجزيئية	Genentech	اختبار الكشف
	جامعة ماريلاند	الأنترفيرون		
	معهد كاليفورنيا التكنولوجى			التهاب الكبد
				ب / الايدز
			Molecular Biosystem	أجهزة الاختبار النووى
			Cistron	انترلوكين ١
			Vega Biotchnologies AGS	
			& DNA plant Techno.	
إيلي ليلي	لايوجد أى تعاقد معروف			

المجموعات	الجامعة	البرنامج	المؤسسات البيولوجية الجديدة	البرنامج
ICI	جامعة ليسستر	استنبات نسخ متماثلة وراثيا لخلايا حيوانات ثديية		
باير	جامعة توبنجن جامعة ماربورج معهد ماكس بلانك		Genentech Genetic Systems	معامل ٨ تخثر أجسام مضادة أحادية الاستنبات المتماثل وراثيا
هوكست	مستشفى ماساشوستس العام	بيولوجيا جزيئية	لايوجد تعاقد معروف	
ساندوز	لايوجد تعاقد معروف		N.P.I	هندسة وراثية نباتية
سيباجايجي	معهد ميشر	هندسة وراثية نباتية	A.G.C	هندسة وراثية خاصة بمبيدات الاعشاب
			Phytogen	مقاومات مبيدات الأعشاب
رون بولنك	لايوجد تعاقد معروف		Calgene-Molecular Genetics	مقاومات مبيدات الأعشاب مقاومات مبيدات الأعشاب
صانوفى	المعهد القومى للبحوث الزراعية	تثبيت النتروجين	Native Plant	هندسة وراثية نباتية

المصدر : نشرة ملخص أقوال الصحف

رابعا ــ أوضاع واستراتيجيات الدول

بصورة شاملة ، بدأ في أوائل الثمانينيات اعتبار تطوير البيوتكنولوجيات على أنه عامل اقتصادى هام ، يحمل في طياته تحولات صناعية عميقة مقدراً لها أن تنتفع بهذه الصفة ، بأولوية عمل السلطات العامة . وبعكس بعض المجالات التكنولوجية ، لايمكن أن تكون الاستراتيجية التى تتبعها الدول ، مع مراعاة خصائص البيوتكنولوجيات ، مماثلة للاستراتيجية الترسانة المعمول بها لتطوير النووى أو الحاسبات الآلية ، مثلا . إذ سياسة الابتكار التى يجب أن تضمن حتمية تنافس في الاقتصاد الدولي تكون نتيجة تآلف عدة أنماط من العمل والاجراءات . فالاستراتيجيات الوطنية تختلف بالطبع حسب الارادة السياسية والبنيات الجامعية والصناعية القائمة . وسننظر هنا في السياسات التى أخذت بها البلدان الصناعية (القسم ١) . وإذا كان قد تم تدويل البيوتكنولوجيات عن طريق الأسواق ، فقد حدث ذلك باطراد في مجال البحوث والتطوير التكنولوجى ذاته : إن حركات التعاون العلمى والتقنى بين البلدان تزداد باطراد (القسم ٢) .

سياسة الابتكار : نهاية سياسة الترسانة

دور الدول

إن إرساء استرايتجية قومية في مجال البيوتكنولوجيات تواجه مجموعة من

المصاعب تختص بها التكنولوجيات الجديدة :

ــ التحديد الصعب للتطبيقات ذات الأولوية بسبب تنوع قطاعات التطبيق ، أى الصناعات والوزارات المعنية ، وتنوع المنتجات وأهداف السوق .

ــ الانقلاب في الفئات التقليدية والتمييز بين البحوث الأساسية والبحوث التطبيقية ، مما يثير في الواقع مشكلات جديدة بشأن توزيع المهام بين القطاع العام والقطاع الخاص .

ــ المنتجات أو الأساليب الجديدة تستهدف فوراً سوقا ذات أبعاد عالمية ، سواء أكان ذلك فيما يتعلق باختبارات الكشف عن الايدز ، أو الأنسولين ، أو هرمون النمو الآدمى أو البقرى . ويتزايد ضغط التنافس الدولى مع تناقص تكلفة التداول أو انعدامها بالنسبة لتكلفة الابتكار .. ويضاف إلى ذلك أنه لما كان ضمان الملكية الفكرية في هذا المجال مشكوكا فيه فان الاستثمار في الابتكار يفترض معه الانتشار السريع جداً وعلى نطاق واسع للغاية .

ــ التطويرات الأولى للبيوتكنولوجيات تستهدف سوقا من المستهلكين أو المؤسسات ، وكثيرا ماتتنافس مع منتجات موجودة بالفعل . وفي هذه الحالة يكون التنافس ضابطا أساسيا في مواجهة المنافسة الوطنية والدولية .

ومن الآثار المترتبة على هذه الخصائص أن استراتيجيات الدول لايمكن أن تنقل بالتماثل مع الاستراتيجيات السابق الأخذ بها في برامج كبيرة مثل صناعة الفضاء أو الالكترونيات . فالواقع أنه :

ــ لايمكن لأصحاب الصناعات الافادة من اتجاه البحوث العسكرية كما كان الحال ، خاصة فيما يتعلق بالصناعة الالكترونية . ان تلك الصناعة التى كانت في البداية مخصصة لسوق تكاد تقتصر على السوق العسكرية ، ولّدت صناعة أشباه الموصلات والحاسبات الألكترونية التى تتألف سوقها من الجمهور الواسع والمؤسسات .

ــ إن البيوتكنولوجيات لاتستهدف سوقا أسيرة محصورة : فمرحلة التطويرات الأولى الدقيقة لايمكنها إذن الانتفاع من مساندة تعاقدات التوريد العامة

الكبيرة وعلى هذا النحو لايمكن تطبيق سياسة الدولة الواضعة للتصميمات والمنتجة والمستعمله ، في تطوير وانطلاق البيوتكنولوجيات .

وقد ظهرت منذ نهاية السبعينيات وبداية الثمانينيات ، في معظم بلدان الغرب ، إرادة سياسية حقيقية لتطوير البيوتكنولوجيات ، واعتبارها محوراً ذا أولوية . وتستطيع السلطات العامة القيام بدور متفاوت النشاط في تطوير هذه التكنولوجيات الجديدة . إن أساليب العمل متنوعة للغاية . ويقول ب .دالى P.Daly [١٠] إن بريطانيا وفرنسا واليابان أخذت بسياسة بحث وابتكار حقيقية وقد تستند تلك السياسة إما على جهد المجموعات الصناعية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة أو على المجموعات الصناعية وحدها . ولم تأخذ الولايات المتحدة بسياسة هادفة بالرغم من التزام الوكالات الحكومية .

جدول (١٧)
نمط السياسات العامة فى البيوتكنولوجيات

المهتمون بالأمر الرئيسيون	المجموعات الصناعية	المجموعات الصناعية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة
سياق ملائم (climate)		الولايات المتحدة
سياسة هادفة (Targetting)	فرنسا ــ جمهورية المانيا الاتحادية ــ اليابان	بريطانيا العظمى

المصدر : P.Daly [١٠]

وكثيرا مايعتقد أن الولايات المتحدة سبقت بعقد كامل معظم البلدان الأخرى في انطلاق البيوتكنولوجيات . ويفسر هذا السبق بالجهود المتراكمة في البحوث البيولوجية التى بدأت منذ الحرب العالمية الثانية . ونجد تفسيراً لذلك في مذكرة وضعها R.Magnaval من سفارة فرنسا في الولايات المتحدة إذ يقول :

« مكّنت البنية الأساسية التى أنشئت منذ تلك الفترة من إعداد عدد هام من الاخصائيين المتميزين . فمن سبعة آلاف عالم بيوتكنولوجى مؤكد ، من مستوى فوق الدكتوراة ، ومسئولين عن أفرقة بحوث ، في العالم كله ، يوجد أربعة آلاف في الولايات المتحدة . وهذا دليل على حجم الظاهرة » (١٩٨٤)

وتهدد اليابان اليوم هذا الوضع القيادى وهى تبدو في أعين المسئولين الأمريكيين انها منافس جدى للغاية قد يستطيع — بالرغم سبق الولايات المتحدة في البحوث الأساسية — أن يحتل المكانه الأولى على الصعيد التجارى . لقد بدأت اليابان بتأخر كبير في نهاية السبعينيات ولم تول الأولوية للبيوتكنولوجيات إلا فى ١٩٨١ وأرست عندئذ سياسة تتميز بنشاط خاص : وقد كانت النتائج السريعة الدليل على فاعليتها .

ومن الواضح أن مقدار الجهود شيء بينما الفاعلية التى تدار بها شيء آخر . إن أوروبا تحقق ٣٠٪ من البحوث الأساسية لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية مقابل ١٧٪ فقط لليابان . ويبدو أن تخلفنا يعود بالأرجح إلى إنتاجية ضعيفة في مجال الإبتكار الصناعى . وهل يعزى ذلك إلى سوء تناسب النظام البحثى العام أو إلى موقف متخوف من قبل المؤسسات إزاء المخاطر الملازمة للابتكارات ؟ . أم إلى هذين العاملين معا ؟

جدول (١٨)

توزيع البحوث فى بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (٪)

	الولايات المتحدة	اليابان	الجماعة الأوروبية	مجموع منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية
١٩٦٩	٥٥	٩	٢٨	١٠٠
١٩٨٣	٤٦	١٧	٢٨	١٠٠

المصدر : منظمة التعاون والتنمية الأوروبية .

عناصر النجاح

دون التحدث عن الجوانب الكلاسيكية لسياسة ابتكارية ، تحدد عادة ، في حالة البيوتكنولوجيات ، ثلاثة عوامل تشجع الاستثمار والمنافسة وهى : العلاقات بين البحوث والصناعة ، حماية الاختراعات بالبراءات ومرونة الاجراءات التنظيمية . غير ان التدخلات في كل من هذه المحاور دقيقة وحساسة للغاية حيث أنها تمت إلى جوانب أساسية من التنظيم الاقتصادى والاجتماعى لثقافتنا .

● ينبغى ، لتحسين العلاقات بين البحوث العامة والبحوث الخاصة تفادي خطرين هامين : فمن جهة هناك توجيه البحوث الأساسية الخاضعة للحتميات الاقتصادية قصيرة الأجل ، ومن جهة أخرى الميل إلى التمليك الخاص للمعلومات العلمية .

● إن الملكية الفكرية لنتائج البحوث قد تحدّ المبادلات بين الباحثين الخاضعين لقيود السرية التجارية . وهذا النوع من الاهتمام له أهمية خاصة إذ يراعى سمة الابتكارات التى لم يكن حتى الآن ، في حالات كثيرة ، من المستطاع اصدار براءات اختراع بشأنها . فالكائنات الحية أو المعلومات الاساسية كانت تشكل حتى الآن فئتين مستبعدتين من مجال الحماية بالبراءات .

● تطويع الأحكام النظامية الخاصة بقواعد الأمن فيما يتعلق بالصحة والأخلاقيات لايجاد توازن من جهة بين تجاوزات وإساءات الاستعمال المحتمله من كل نوع ومن جهة أخرى القيود الأشد من اللازم ، المفروضة على القطاع الصناعى فيما يخص التجارب وتطوير منتجات جديدة .

وإحدى الصعوبات الأساسية لسياسة الابتكار في البيوتكنولوجيات هى ، بشكل ما ، إعادة تحديد توازن جديد فيما يتعلق بهذه المسائل .

الاقطاب الثلاثة المتقدمة صناعيا

ننظر هنا في السياسات الحكومية التى يطبقها المهتمون بالأمر الرئيسيون أو

مجموعاتهم في أوروبا واليابان والولايات المتحدة .

أوروبا

قد يكون من باب الوهم الاشارة إلى استراتيجية جماعية « واحدة » . فأوروبا لاتمثل بعد في مجال البيوتكنولوجيات كيانا في حد ذاته : إنها ليست الا تعايش عدة وحدات ثقافية ونظامية وصناعية تحاول اليوم تحديد سياسة مشتركة . وفي سبيل ذلك مازال ينبغي إزالة عدة عقبات وإحلال توافق اللوائح والأنظمة وأيضا المبادىء الخاصة بالحماية الصناعية . وفيما يتعلق بمشكلات اللوائح والأنظمة ، تبذل محاولات جدية جدا ، في نطاق الجماعة الأوروبية ، للاتجاه نحو توحيد معايير الأمن وشروط الدراسة والطرح في السوق . وقد أنشئت في ١٩٧٦ هيئة الكوجين Cogène لتنسيق اللوائح والأنظمة الخاصة بممارسات الهندسة الوراثية . ويبدو هذا التوحيد لأول وهلة سهلا ، لاسيما وأن بعض المجالات لم تكن بعد موضوع لوائح وتنظيمات في معظم البلدان الأوروبية (خاصة « إعادة إطلاق » الكائنات المجهرية) .

فيما يتعلق بالبنيات الصناعية الوطنية ، يظهر عدد من الخصائص المشتركة

● فيما عدا بريطانيا العظمى ، التى تختلف بوضوح كبير في هذه النقطة ، تضم البلدان الأوروبية عدداً قليلا جداً من المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة . ويبدو أن السبب في هذا الوضع تضافر خاصيتين أوروبيتين هما : توفر المتاح من رؤوس الأموال السائلة بمقدار أقل مما في الولايات المتحدة ونشاط أقل تواصلا بكثير في سوق المال (بالرغم من فتح سوق ثانية في فرنسا في ١٩٨٣ لم تنجح الا شركة أورسان Orsan وهى فرع من شركة لافارج كوبيه Lafarge Coppée ، في دخول هذه السوق) ؛ وسمة ثقافية يبدو أنه يترتب عليها ميل ضئيل للملاكات والباحثين عن المجازفات الملازمة لانشاء شركة تكنولوجيا ، وذلك

بالرغم من توفر مستوى جيد ، بل وجيد جداً في البحوث الأساسية . لقد كانت الجامعة تقليديا بعيدة جداً عن الاهتمامات التجارية .

• مجموعات صناعية قليلة وانعدام المؤسسات الصغيرة والمتوسطة

بإستثناء المجموعات الصناعية السويدية النشطة نشاطا خاصا ، (فرمنتا ، فولفو ، فارماسيا ، الفالافال ..) جاء اهتمام المجموعات الصناعية الأوروبية متأخراً جداً (بداية الثمانينيات) ، ولم يظهر الا بخجل . ومن جهة أخرى يبدو أن أكثر المجموعات اهتماما اتجهت بلا تردد نحو الولايات المتحدة فيما يتعلق بالبحوث الأساسية . فقد أنشأت سيباجايجى وسندوز مراكز بحوث هامة في الولايات المتحدة ومشاركات وأتمت تعاقدات بحوث أو تطوير مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية . ومع ذلك ، ظلت الصناعة الكبيرة في أوروبا الدافع الأساسى لتطوير البيوتكنولوجيات .

• وقد جاء وعى السلطات العامة متأخرا إلى حد ما فلم تولِ أولوية لتطوير البيوتكنولوجيات الا فى أول الثمانينيات . وثمة بلدان ثلاثة تتبع سياسة على جانب أكبر من النشاط : فرنسا وجمهورية المانيا الاتحادية وبريطانيا العظمى (بتمويلات حكومية قدرت على التوالى في ١٩٨٦ بـ ١٩٤ و١٧٩ و١٤٧ مليون فرنك) .

• بريطانيا العظمى

منذ البداية ، راهنت السلطات العامة ــ حرصا منها على السياسة التحررية ــ على انطلاق القطاع الخاص . وقد اجتهدت الحكومة في إقامة بيئة اقتصادية ملائمة لتأسيس شركات بحوث وساهمت مباشرة في تمويلها خاصة عن طريق مجموعة التكنولوجيا البريطانية (British Technology , BTG Group) التابعة لوزارة الصناعة . وقد كان من نتائج الارتباط العام ليس فقط الاستثمارات

المالية المباشرة بل أيضا إرساء شروط مؤاتية للغاية للتقارب بين الجامعة والصناعة (دور نشط لمجلس البحوث في الهندسة والعلوم) . وعلى هذا النحو ، منذ نشر تقرير سبرينك Sprink في ١٩٨٠ ، تزودت بريطانيا العظمى ببنيه صناعية خاصة تتميز بدينامية خاصة ، تستند ليس فقط على الصناعة الكبيرة ، بل أيضا على تضاعف عدد المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة .

وإلى جانب المجموعات الصناعية القوية مثل Unilever و ICI و Rank Hovis Mc Dougall و Dalgety Distillers ، لبريطانيا العظمى حوالى ٣٠ مؤسسة بيوتكنولوجية جديدة أهمها Celltech (التى أنشئت في عام ١٩٨٠ بأموال عامة وخاصة) ومؤسسة .Agricultural Genetics Co (التى أنشئت بأموال عامة — من مجموعة التكنولوجيا البريطانية — وخاصة) .

وليس السبب في هذه الدينامية فقط مساندة من المؤسسات العامة (التمويل المباشر والتقارب من الجامعات) . ينبغى أيضا التنويه بالدور الرئيسى الذى قامت به المخاطرة برأس المال مع شركات مثل Biotechnology Investments Ltd التى أنشأتها عام ١٩٨١ مؤسسة روتشيلد وأولاده (المشاركة في ٤٠ مؤسسة بيوتكنولوجية جديدة تقريبا) و Cogent, Advent Eurofund (شركة تأمين) ...

● فرنسا

لقد حدث التزام السلطات العامة في الفترة ذاتها تقريبا التى حدث فيها في بريطانيا العظمى . وبعكس ما كان في ذاك البلد الذى راهن أكثر على إنشاء بيئة اقتصادية مواتية ، فضلت السياسة الفرنسية الاتجاه نحو مساندات هادفة جداً منحت ، إما للبحوث العامة أو للصناعة . وكانت سياسة الابتكار التى اتبعت تتلخص في ثلاثة محاور :

الاسهام المالي المباشر الهام في البحوث والمخصص أغلبه للقطاع العام (بصوره شاملة ٨٦٤ مليون فرنك في ١٩٨٤ و١٥١٣ مليون فرنك في ١٩٨٥ و١١٢٠

مليون فرنك في ١٩٨٦) .
والتقارب بين البحوث العامة والصناعة ،
وأخيراً اتجاه المجموعات الصناعية نحو مجالات واضحة .

بالرغم من سياسة ضريبية حافزة ، ظل إنشاء مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة ، إلى تاريخ حديث ، ظاهرة هامشية نسبيا . ومنذ ١٩٨٤ ازداد عدد الشركات زيادة محسوسة ، خاصة بفضل ظهور رأس المال المجاذف . وفي فرنسا اليوم حوالى ١٥ شركة متخصصة منها Transgène و Genetic اللتان أنشئتا في ١٩٨٠ و١٩٧٩ و Bio Europa و Transia و (١٩٨٤) Clonatec ... الا أن الانطلاقة التجارية للبيوتكنولوجيات ظلت أساسا من صنع المجموعات الصناعية : رون ــ بولنك ، Rhône-Poulenc ، صانوفي Sanofi ، روسيل ــ أوكلاف Roussel-Uclaf ولافارج كوبية Lafarge-Coppée .... أما المؤسسات المتوسطة الحجم ، الهامة جداً في قطاعات الصيدلة والزراعة الغذائية ، فلم تُظهر حاليا إلا اهتماما محدودا جداً نحو هذه التقنيات الجديدة .

● جمهورية المانيا الاتحادية

كانت السياسة الألمانية مماثلة للسياسة الفرنسية . الا أنه ، مع مراعاة الفرق الهام في البنيات الصناعية ــ الصناعة الكيميائية والصيدلية القوية للغاية ــ جاءت النتائج في النهاية مختلفة إختلافا محسوسا . وكما في فرنسا وبريطانيا العظمى ، لم يحدث الإلتزام الحاسم للسلطات العامة والمجموعات الصناعية الا في بداية الثمانينيات .

لقد خصصت الحكومة الألمانية تحويلات هامة لبرامج بحوث مخصصة إما لأوجه تعاون بين أصحاب الصناعات والمجتمع العلمى ، أو مباشرة للجامعة ، أو لانشاء مراكز بحوث . وبعكس فرنسا وبريطانيا ، يبدو أن المجموعات الصناعية ، خاصة هوكست وبايرو BASF . اقدمت اقداما ديناميا جداً ، إما بمقتضى بنيتها البحثية الداخلية الخاصة ، أو عن طريق تعاقدات مع المؤسسات البيوتكنولوجية

الجديدة ، او الجامعات (الألمانية والأمريكية) . وظل إنشاء مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة هامشيا جدا حتى الآن ، فلم تنشأ أى شركة قبل ١٩٨٥ . إلا أن الحكومة اتخذت مع ذلك اجراءات من شأنها زيادة الفاعلية : في بداية ١٩٨٥ اعلن عن إنشاء شركتين برأس مال مجاذف : Bio-Tec Gesellsechalt, New Europa Hitech Innovationen .

وبالرغم من هذه التأخرات الأصلية ، من المرجح أن تلعب الصناعة الألمانية — بفضل قوة قطاعها الكيميائي والصيدلي — دوراً كبيراً في تطوير البيوتكنولوجيات في أوروبا خلال السنوات القادمة .

باستثناء تلك البلدان الثلاثة ، أبدت الحكومات الأوروبية الأخرى مواقف أكثر حذراً بكثير إزاء البيوتكنولوجيات (أنظر الجدول ١٩) .

جدول (١٩)
تقدير الاعانات الممنوحة لبحوث القطاع العام البيوتكنولوجية في البلدان الأوروبية الرئيسية (١٩٨٦)

البلد	المبلغ (ملايين الدولارات)	البلد	المبلغ (ملايين الدولارات)
بلجيكا	٢٧	السويد	٨٢
الدانمارك	٧٣	المانيا الاتحادية	١٧٩
ايطاليا	٣٨	هولندا	٢٢
بريطانيا العظمى	١٤٧	اسبانيا	٢٤
فرنسا	١٨٤	ايرلندا	٢٢
سويسرا	٦٦		

ملحوظة : حسب سعر الصرف بالدولار الأمريكى فى ٦ مايو ١٩٨٧

المصدر : European Biotechnology News, 1987.

اليابان

أعلنت الحكومة اليابانية في ١٩٨١ أن البيوتكنولوجيات تشكل أولوية قومية . وقد اعتبرتها وزارة التجارة الخارجية والصناعة كأحد الأنشطة الأكثر وعودا لعام ٢٠٠٠ حتى قبل الألكترونيات والروبوتيات البصرية .

ينصب المجهود الحكومى على إرساء بنيات مطوعة لانطلاق البيوتكنولوجيات وخلق سياق مناسب للابتكار أكثر مما ينصب على مساعدة مالية مركزة مباشرة أو غير مباشرة للبحوث والابتكار . ومن المتوقع أن يأتى الاستثمار من الصناعة اليابانية الكبرى . وتدخلات السلطات العامة تكمن إذن أساسا في الدفعة الحاسمة التى يشكلها التعاون الوثيق بين معاهد البحوث والجامعات والمجموعات الصناعية .

جدول (٢٠)
الموازنة العامة للبحوث والتطوير المخصصه للبيوتكنولوجيات
(بملايين الدولارات)

	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	١٩٨٦
الولايات المتحدة	٤٥٠	٦٥٠	١٨٠٥	٢٠٧٨	٢٠٩٤
اليابان	٨٧	١٠٢	١٧٠	١٧٨	٢٠٢
فرنسا	—	٩٥	١١١	١٣٩	١٣٩

المصدر : Biofutur. Oct.1986

إن الموصّلات الرئيسية للسياسة الحكومية هى وزارة التجارة الخارجية والصناعة (٣٣٪ في ١٩٨٥) ووزارة الصحة والشئون الاجتماعية (٢٦٪) ووزارة الزراعة والغابات ومصايد الأسماك ووكالة العلم والتكنولوجيا (٣٢٪) . وكل من هذه الوزارات أو الوكالات تضع برامج بحث هادفة ، تطبق بصفة عامة بالتعاون مع

مجموعة صناعية أو اتحادات مؤسسات مالية مموِّلة ، وهي برامج لاتمولها السلطات العامة إلا جزئيا (أنظر الجدول ٢١) .

ولاتساند السياسة العامة مساندة نشطة ، لا البحوث الجامعية مساندة قصريه ، ولا تدريب علماء من المستوى الرفيع . ومن جهة أخرى ليست الظروف الاقتصادية والمالية مؤاتية لانشاء شركات بيوتكنولوجيات (لاتوجد أى ميزة ضريبية) وقد نتج عن ذلك نقطتا ضعف خطيرتان في النظام اليابانى : نقص حاسم في العلماء والمهندسين وانعدام المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ذات الطابع اليابانى المخصص . وإزاء هذا الوضع ، تقوم السلطات العامة وأصحاب الصناعات بأنشطة مختلفة .

تحاول السلطات العامة دفع إنشاء مراكز بحث دولية . ولنخص بالذكر مشروع تعاون فرنسى ــ يابانى لانشاء معمل بحوث في اليابان يضم حوالي عشر مؤسسات فرنسية ويابانية ، ويكون هدفه الرئيسى إعداد باحثين ومهندسين ، وإنشاء شبكة دولية رفيعة المستوى لتبادل المعلومات بواسطة جمعية هى الـ Bioindustry Association التى أنشئت عام ١٩٨٧ وهدفها دعم العلاقات بين باحثى القطاع الخاص والقطاع العام . (إحدى مهامها إنشاء « لجنة انتاج » مكلفة بتكثيف نقل التكنولوجيات ومساعدة أصحاب الصناعات على تحديد أسواق المستقبل) ؛ ومشروع Human Frontier الذى يستند إلى برنامج بحث دولى البعد يرمى إلى تطوير وخلق حركات تبادل دولية بين رجال العلم . (راجع النص الوارد داخل إطار) .

ومن جهة أخرى فان عدد العلماء الكبير جدا الذين تدربوا في الخارج ، خاصة في الولايات المتحدة ، يهيىء الحصول سريعا وبتكاليف أقل على نتائج البحوث الأساسية وضمان نقل هام للتكنولوجيا وينظر الأمريكان إلى هذا الوضع بقلق (كان عدد الدارسين اليابانيين في الولايات المتحدة في ١٩٨٥ يقدر بـ ٢٠٠٠٠ طالب) .

جدول (٢١)

برامج البحوث الرئيسية التى تحققت بالتعاون بين الحكومة اليابانية والصناعات

الوزارة	البرنامج	المدة (سنوات)	الموازنة (مليارات الين)	الصناعة
وزارة التجارة الخارجية والصناعة	التقنية الصناعية للجيل المقبل	١٠	٣٠	١٤ مجموعة
	استخدام الكتلة الحيوية	٧	٣٠	٢٣ مجموعة
	«هندسة البروتيين»	٥	٥٠	
وزارة الصحة والشئون الاجتماعية	إنشاء بنك للجينات والخلايا			حوالى ١٠ مجموعات
	إستحداث أدوية مضادة للسرطان	١٠		

المصدر : أقوال الصحافة .

وأخيراً فان المجموعات الصناعية اليابانية تقيم علاقات كثيرة جدا مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية أو الأوروبية . وهذه وسيلة ممتازة للتمكن سريعا من تقنيات جديدة . وتتمثل هذه العلاقات إما في تعاقد أو إنشاء فرع مشترك أو أيضا بالاستحواز المباشر على الاشراف على الشركات .

التطوير الصناعى للبيوتكنولوجيات في اليابان يستند إذن اليوم على تعاون وثيق بين البحوث العامة وأصحاب الصناعات ، وعلى المجموعات الصناعية اليابانية ، التى استثمرت استثماراً ضخما في البحوث ابتداء من ١٩٨٢ : في الصناعة الزراعية الغذائية (مع سونتوري ، واجينوموتو وتكارا) والكيميائية (متسوي ، متسوبيشي ، سوميتومو ..) والصيدلية (تاكيدا ...) ولنلحظ أيضا الارتباط الخاص جدا باليابان للعديد من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في تنمية البيوتكنولوجيات . ومن جهة أخرى تفيد الصناعة اليابانية من سبق تاريخى في بعض المجالات وخاصة في الخمائر (بسبب التقاليد الغذائية : الـ شويُو والناتو والساكي) .

مشروع « الحدود البشرية » (Human Frontier)

أقيم هذا المشروع في ١٩٨٥ بالمشاركة بين وزارة التجارة الخارجية والصناعة اليابانية ووكالة العلوم والتكنولوجيا. « الحدود البشرية » هو برنامج واسع للبحث الأساسى في علوم الحياة . إن أهدافه الرئيسية ، بفضل تجمّع عدة بلدان هى : من جهة تعميق المعلومات الخاصة بالوظائف البشرية الكبرى ومن جهة أخرى فهم التنظيم الدقيق للأنسجة الحيوانية والنباتية ، وأخيراً ، عن طريق البحوث ، تحسين التقنيات المختلفة : المعالجة الآلية للمعلومات ، التكاثر الدقيق ، المعالجة الدقيقة ، العوامل الحفازة الصناعية . الأسرات الحيوية ... (biocapteurs)

وسيتحمل تمويل المشروع ، الذى تقدر تكلفته السنوية بأربعين

مليار ين الياباني بنسبة ٥٠٪ (٥٠٪ الدولة و٥٠٪ خاص) و٥٠٪ الخارج .

ويثير هذا المشروع حاليا مجادلات كثيرة في البلدان الغربية بسبب عدم دقة برامج البحوث المقترحة وخاصة الآليات الملموسة لهذا التعاون . وهذه الحجة الأخيرة حادة بصفة خاصة بسبب عدم الثقة في اليابان فيما يتعلق بالقرصنة في عمليات نقل التكنولوجيات .

ويمكن رسم سياسة الدولة رسما مبسطا وفقا للمحاور الثلاثة التالية التى أخذ بها حسب حالة تقدم البحوث والوضع الصناعى : فيما يتعلق بمنتجات المستقبل (إعادة تركيب الـ ADN مثلا) : البحث عن تعاونات متعددة في الخارج؛ وفيما يخص المنتجات الوسيطة: تطويرها في اليابان بعد نقل التكنولوجيا. فيما يتعلق بالمنتجات القابلة للتسويق (المنتجات الصادرة عن تقنيات تخمر ، والأحماض الأمينية) ، التواجد في الخارج .

الولايات المتحدة

لا جدال اليوم في هيمنة الولايات المتحدة فيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات سواء أكان ذلك في وضع تقدم البحوث أو مستوى التطوير والتسويق . وقد أدركت الحكومة والمجموعات الصناعية ضرورة إيلاء الأولوية لتطوير البيوتكنولوجيات ، وذلك منذ حوالى عقد من الزمن (منتصف السبعينيات) قبل أوروبا واليابان .

وليست الولايات المتحدة بين البلدان التى لها سياسة نشطة موجهة (targetting Policy) في البحوث وابتكارية في مجال البيوتكنولوجيات (أنظر أعلاه) . والواقع أن الحكومة الاتحادية (الفدرالية) لاتبدى إرادة في استراتيجية بحثية وابتكارية بالمعنى المحدد . وهى ليست الا أحد القائمين بدور من بين

المتدخلين الآخرين في تطوير البيوتكنولوجيات : الجامعات ، مراكز البحث الكبرى العامة أو الخاصة (المؤسسات) . الا أنه بالرغم من ذلك تخصص الحكومة الأمريكية موازنات هامة جداً « للبيوتكنولوجيات » ففى ١٩٨٦ كانت الموازنة العامة للبحوث والتطوير المخصص للبيوتكنولوجيات ٢٠٩٤ مليون دولار (مقابل ٢٠٢ في اليابان و١٣٩ في فرنسا) . وتتمتع البيوتكنولوجيات بمساندة قوية من ادارة الرئيس جورج بوش حيث ان في بداية ١٩٩٢ رفع الدعم العام للبحوث والتطوير فى البيوتكنولوجيا الى أربعة مليارات دولار في السنه .

وأحد الحوافز الرئيسية لتطوير البيوتكنولوجيات التى تلجأ اليها السلطات العامة الأمريكية يستند إلى تمويل البحوث العامة . ولتحقيق ذلك تستخدم عدة هيئات حكومية كأجهزة وسيطة وأهمها معهد الصحة القومى ، والمؤسسة القومية للعلوم (البحوث الأساسية) ، وزارة الدفاع و وزارة الزراعة ووزارة الطاقة والمكتب القومى للمعايير ووكالة حماية البيئة . وأكبر موازنة أهمية بكثير هى المخصصة للصحة البشرية التى تستوعب ٨٧,٦٪ من الدعم الكلي الذى تمنحه السلطات العامة (٢ مليار دولار في ١٩٨٦) .

بكيفية مماثلة لمشروع « الحدود البشرية » اليابانى ، طرحت الولايات المتحدة مؤخراً مشروعا طموحا يدعى (مشروع الفصيلة البشرية The Human Genome Project) . وعمل على طرحه وزارة الطاقة ، ثم معهد الصحة القومى ، وسوف يعبىء ، حسب مجلة Science (سبتمبر ١٩٨٧) ٣,٥ مليار دولار ومن ١٥٠ إلى ٣٠٠ باحث لمدة ٢٠ سنة تقريبا . والهدف الفورى هو التوصل إلى رسم خريطة وتتابع للفصيلية البشرية «Human Genome» (أى حوالى ٣,٥ مليار زوج أساسي) . وفيما بعد تحسين تقنيات التتابع ونظام بنك المعلومات الحسابية الآلية (إدارة ، تخزين ووصول إليها) وأخيراً إن هدف هذا المشروع الطموح هو أيضا الارتقاء بالهندسة الوراثية إلى مصاف العلوم ذات الثقل مثل الفيزياء .

وثمة عنصر هام آخر في سياسة السلطات العامة يتمثل في إرادة تشجيع

ومساعدة المبادلات بين الجامعات والصناعات (راجع الفصل الخامس) . إلا أنه يبدو مع ذلك أن الصناعة الأمريكية لا تكتفى بهذه السياسة الحكومية التى تقتصر حاليا على مساندة مالية ذات أهمية للبحوث الأساسية . وهي تطالب بدور أكثر نشاطا للحكومة الفدرالية لضمان المكانه الرائدة للولايات المتحدة في البيوتكنولوجيات مستقبلا . والاهتمامات الرئيسية للصناعة هي :

ـــ تراخى القوانين المناهضة للتجمعات الاحتكارية التى كانت ، إلى زمن قريب ، تنظم بصرامة تجمعات اصحاب الصناعات حول مؤسسة فرعية مشتركة وعقود التراخيص . وقد كانت هذه القوانين حديثا (١٩٨٤) موضع بعض التغييرات لصالح البيوتكنولوجيات والمكونات الالكترونية .

ـــ المرونة في القواعد الخاصة بالاختبارات والتجارب والاتفاق بشأن طرح منتجات جديدة في السوق (قد تمتد اليوم فترة اختبار دواء جديد لتبلغ سبع سنوات) ، وتنسيق هذه الوظائف بين مختلف الهيئات المعنية اليوم : إدارة الأغذية والعقاقير ، وزارة الزراعة ، وكالة حماية البيئة .

ـــ مرونة قواعد التصدير الخاصة بالمنتجات الجديدة وعقد اتفاقات ثنائية مع بلدان أخرى لتيسير الوصول إلى الأسواق الخارجية .

ومن ناحية البنيات الصناعية ، تتمتع الولايات المتحدة بعدة مزايا :

ـــ وجود مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة عديدة جداً ويرجع ذلك خاصة إلى توفر سوق مالية هامة ونشطة وإلى حيوية النسيج الجامعي وقدرته على الاتجاه نحو الصناعة ؛

(١) وجود مجموعات صناعية عديدة وقوية إستثمر الكثير منها إستثماراً ضخماً في البحوث منذ نهاية السبعينيات .

(٢) وجود سوق محتملة كبيرة تشجع البحوث والتطويرات .

(٣) سبق وقوة بحوثها الأساسية العامة المقترنة بإنشاء بنيات بينية بين البحوث الجامعية والصناعة (مراكز البحث الجماعية ..)

وبالرغم من هذه المزايا العديدة فان مكتب تقيم التكنولوجيا يبدى

تحفظات فيما يتعلق بالقدرة التنافسية المستقبلية للولايات المتحدة في مرحلة التطوير التجارى للبيوتكنولوجيات . والحقيقة أن القادة والعلماء الأمريكيين يبدون تخوفهم من أن يتكرر في هذا المجال ماحدث قبل بضع سنوات في صناعة أشباه الموصلات وتبدو اليابان كدخيل جدى قد يستطيع ، بالرغم من سبق الولايات المتحدة في البحوث الأساسية ، انتزاع الزعامة في المجال التجارى . وتفضيل اليابانيين للبحوث الشاملة المطبقة على احتياجات أصحاب الصناعة قد يكون وسيلة لتكرار التجربة التى كانت مؤاتية جداً لهم .

نحو تدويل متزايد للتكنولوجيا :

إن التزايد المستمر في تكلفة النشاط البحثى عامل أساسي يجب أخذه بالاعتبار في تحليل احتمالات المنافسة التكنولوجية التى تدور على الصعيد الدولى . وهذا التزايد مرتبط ، بالنسبة لمعظم التقنيات الرفيعة ، بالعودة بشدة متزايدة إلى البحوث الأساسية . وهذا التعقيد المتزايد باستمرار في التصور والتشغيل ، يترتب عليه من جهة استثمارات بحثية متزايدة التحديد والتكلفة ومن جهة أخرى ضرورة الالتجاء إلى العديد من فروع المعرفة المتخصصة . ونظام التدريب الذى يشكل سابقة النشاط البحثى يميل إذن هو ذاته إلى تخصص متزايد ، أى إلى المزيد من التكلفة والتنوع .

والنتيجة الحتمية هى أن هذه التكنولوجيات الحديثة تتجه مباشرة نحو سوق ذات بعد دولى . ومن الواضح أن في هذا التقسيم المتزايد للنشاط البحثى التطويرى ، لن تستطيع كل البلدان الابقاء على تقدم لبحوثها الوطنية على كل جبهة تقدم المعلومات الأساسية ، مما يمكنها في آن واحد من استقلال تام ، ومن الحفاظ على قدرتها التنافسية على الصعيد الدولى . وبناء على ذلك سينبغى عقد اتفاقات تعاون على الصعيد الدولى والى جانب ذلك ستعول بعض البلدان على تخصصات قومية . فاليابان مثلا ، تتزعم تاريخيا وبلا جدال تكنولوجيات التخمّر .

وينتج إذن عن هذه الظاهرة أننا نشاهد توسعا مستمراً لعلاقات التعاون العلمى والتكنولوجى والصناعى ليس فقط داخل القطاع الخاص ، بل أيضا بين الدول . ويتخذ هذا التعاون أشكالا متنوعة للغاية تتراوح من النقل البسيط للتكنولوجيا إلى المشاركة فى عمليات التمويل وفى الكفاءات العلمية لمشروعات بحثية ذات أهمية . إن السيطرة الوطنية على البيوتكنولوجيات تمر بقنوات تعاون مختلفة . فالاتجاه اذن في هذا المجال هو نحو ظاهرة لتدويل التكنولوجيا . وسوف ننظر على التوالى في حالة محور الولايات المتحدة ــ اليابان وأوروبا .

التحالف « الجبرى » للولايات المتحدة واليابان

إن اليابان مصدر قلق متزايد للولايات المتحدة . ويقارن الكثيرون من العلماء اليوم التحدى التكنولوجى اليابانى للتحدى السوفييتى في مجال الفضاء فى ١٩٥٧ [١] وهذا الوضع الذى يتكرر في كافة قطاعات التكنولوجيا الرفيعة يتسع باطراد في مجال البيوتكنولوجيات .

إن البنيات الصناعية والجامعية لهذين البلدين مختلفة جدا كما عرفنا ذلك من قبل ، ومتكاملة بكيفية ما . إن للولايات المتحدة اليوم جهازا جامعيا قويا وذا أداء طيب ومن ثم لديها نظام تدريبى جيد جداً . والى جانب ذلك ذات الروابط مع الصناعة الخاصة ميسرة نسبيا وهى جزئيا الأصل في الحيوية الأمريكية لانشاء شركات متخصصة . أما اليابان ، فعلى عكس ذلك ، أرسى نظاما يمكن وصفه بأنه « تيقظ تكنولوجى » : إن الجهاز الجامعى ضعيف التطور . وينجم عن ذلك إذن ضعف البنية في مستوى البحوث الأساسية وحجمها ونقص في العمالة المدربة (علماء ومهندسون) ، اذا راعينا ضعف النظام التدريبى . وإلى جانب

---

(١) راجع خاصة : John Zysman, Stephen Cohen, Michael Gorssus & Francois Bar: Rapports du Berkeley Roundtable on International Economy.
جامعة كاليفورنيا ، ١٩٨٥ و ١٩٨٦ .

ذلك ، بسبب ضعف البنية الجامعية وعدم توافق السوق المالية ، لاتوجد أى شركة تكنولوجيا متخصصة في البيوتكنولوجيات . فاكتساب التكنولوجيا والتمكن منها يستندان إذن بصفة رئيسية على نقل التكنولوجيا من بلدان أخرى ، خاصة الولايات المتحدة ، وشراء شركات أمريكية والتدريب في الجامعات الأجنبية .

ويعتبر الأمريكيون انهم مغبونون في هذا النقل ، لأن جامعاتهم مفتوحة للجميع ، والمعلومات العلمية متداوله بحرية كبيرة (إن الولايات المتحدة تستقبل كثيراً من الأجانب ، باعداد تفوق بشدّة عدد الأمريكيين في الخارج) . وعلاوة على ذلك فإن تعدد العقود بين المؤسسات الأجنبية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية إنما هو وسيلة سريعة متاحة للشركات لاكتساب التكنولوجيا والوصول إلى أعلى مستوى في هذا المجال .

إن تزايد العجز التجارى للولايات المتحدة لاسيما في القطاعات الصناعية ذات التكنولوجيا الرفيعة ، منذ ١٩٨٦ ، المتراكم مع خيبة أمل صناعتها الخاصة بالمكونات الألكترونية ، تزيد من مخاوف الأمريكيين إزاء التحدى التكنولوجى اليابانى . في ١٩٨٠ كانت صناعة أشباه الموصلات الأمريكية تبدو على أنها تتزعم العالم في تلك السوق . وبعد ذلك بسبع سنوات انهارت أجزاء كاملة منها انهياراً تاما . وقد أدى فى ١٩٨٤ الوعى بهذا التهديد إلى تعديل قانون مناهضة التجمعات الاحتكارية اقترع عليه الكونجرس ، ويبيح تجمع المؤسسات في مراكز تعاونية للبحوث ، وأيضا إلى تحقيق دراسة معمقة ، عرفت بإسم تقرير يونج Young تقترح حلولا من شأنها ان تعيد إلى الصناعة الأمريكية قدرتها على المنافسة(٢) . واليوم تعانى شركات أمريكية عديدة عاملة في مجال أشباه الموصّلات من ضائقة مالية شديدة ويشتريها تدريجيا مستثمرون أجانب ، خاصة ... اليابانيون

(١) J.A.Young, Global Competition: The New Reality. The Report of the President's Commission on Industriual competitiveness, 1985.

وفيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات ، يظهر اتجاهان متناقضان : أنصار خطة متشددة ، مناصرون لإنشاء حمائية نشطة ، وأنصار تنمية المبادلات والتعاون المتزايد على الصعيدين العلمي والتقني .

في الحالة الأولى ينبغي الملاحظة أن بعض الجامعات ترفض بعد الآن استقبال الأجانب واليابانيين بالذات في دورات تدريبها ومعامل بحوثها . غير أنه من المشكوك فيه أن يتغلّب هذا الاتجاه ، نظرا إلى نقاط التقابل العديدة التى تربط بين هذين البلدين . ومن أهمها مايلي :

ــ أن اليابان هو الحليف الرئيسي للولايات المتحدة في آسيا

ــ أن السوق اليابانية تشكل عاملا محتملا هاما بالنسبة للصناعة الأمريكية وكذلك السوق الأمريكية بالنسبة للصناعة اليابانية

ــ أن التعاون العلمى والتقنى مع اليابان تاريخى ونشط نشاطا ملحوظا .

ويرجع أول اتفاق تعاون علمي لعام ١٩٤٥ وتبعه ثلاثة عشر إتفاقا ثنائيا . وتعتبر اليابان شريكا مفضلا للولايات المتحدة فيما يتعلق بالتعاون العلمى .

ــ في هذا النطاق ، للجامعة الأمريكية تقليد طويل من العلاقات مع اليابان ، ويتمتع علماء عديدون جداً بتأشيرة جامعية للاقامة في الولايات المتحدة وتساهم الصناعة اليابانية مساهمة كبيرة في تمويل الجامعات الأمريكية على شكل عقود بحوث وإعانات ومنح دراسية .

ومن جهة أخرى فان الاستثمار الصناعى اليابانى في الولايات المتحدة تزايد تزايدا كبيراً في السنوات الأخيرة وافيا بذلك باهتمام مزدوج يتمثل من جهة في دعم التواجد في السوق الأمريكية ، ومن جهة أخرى في إبطال الإجراءات الحمائية بالإنتاج داخل الأراضى الأمريكية ذاتها فيحافظ بذلك على الابقاء على فرص العمل هناك ، ويقلل من الواردات . وهذا التوسع في الانتاج اليابانى في الولايات المتحدة يلقى لقاءً حسنا لدى المسئولين الأمريكيين الذين يرون فيه وسيله مفضلة للحفاظ على النمو الاقتصادى لبعض الولايات . وإلى جانب ذلك لاينبغى أن يغيب عن البال أن اليابانيين يساهمون مساهمة كبيرة في تمويل الدين الخارجي الأمريكى اذ لهم

ما قد يزيد عن ٤٠ مليار دولار مستثمره في الولايات المتحدة (منها جزء في أذونات على الخزانة الأمريكية) وأنهم يساهمون بذلك مساهمة محسوسة فى تمويل الدين الخارجى الأمريكى . فمن المرجح جداً اذن ان بالرغم من الاحتكاكات الناشئة عن التحدى التكنولوجى ستدوم علاقات التعاون العلمى والتقنى بين هذين البلدين بل ستزداد .

أوروبا والبرامج الجماعية

إن التنافس التكنولوجى القائم بين اليابان والولايات المتحدة ، والتزايد المحتمل للعلاقات التى تقرّب بين البلدين لايمكن إلا أن يثيرا اهتمام البلدان الأوروبية . إنه لواضح أن أوروبا لاتستطيع أن تلعب دوراً هاما في التنافس التكنولوجى الدولى الا اذا استجمعت قواها وأظهرت إرادة سياسية لتحديد استراتيجية مشتركة . إن التعاون على صعيد أنشطة البحث وخاصة البحوث الأساسية وتنسيق اللوائح الوطنية سابقتان لا غنى عنهما لتشكيل « أوروبا التكنولوجيات » .

إن إنشاء برنامج البحوث والتطوير الجماعى «Eureka» هو نتيجة هذه الارادة السياسية . وبرنامج «Eureka» (أو اليقظة التكنولوجية لأوروبا) يجمع سبعة عشر بلداً : الاثنى عشر بلداً للجماعة الأوروبية وفنلندا والسويد والنرويج والنمسا وسويسرا وتركيا وهو ينصب على خمسة مجالات تكنولوجية : المعالجة الألكترونية للمعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية ، وعلم الانسان الآلي ، والمواد الجديدة والبيوتكنولوجيات . ويجتمع الشركاء المهتمون حول مشروع مشترك يطرح على المجلس الأوروبي . فى ١٩٨٦ ، تم اعتماد ٣٦ مشروعا في مجال البيوتكنولوجيات وفي سبتمبر ١٩٨٧ تم اعتماد ١٢ مشروعا جديداً منها واحد فقط تشارك فيه فرنسا . ولنلحظ أن مشاركة فرنسا في المشروعات المصنفه على أنها مشروعات بيوتكنولوجية ، ضئيلة جداً . فهى لم تنضم الا إلى ربع المشروعات فقط . وتنصب اليوم العلاقات بين مختلف البلدان الأوروبية على مشروعات

البحث ذات الأهداف المحددة تحديدا جيداً . ولكن بناء أوروبا قوية ينبغي أن يمر باجراءات أخرى : إنشاء مراكز بحوث سياسية وتنسيق اللوائح والأنظمة...
وانفراديا ، تتجه البلدان الأوروبية أيضا نحو أشكال أخرى من اقتناءات التكنولوجيا في السوق الدولية . وهذا هو مثلا حال هولندا التى شجعت قيام فروع للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية .

خامساً ــ تحول العلاقات بين الجامعة والصناعة

ليس تطور العلاقات بين الجامعة والصناعة ظاهرة جديدة : فهو قائم حاليا في مجال الكيمياء والفيزياء والصيدلة والزراعة ... في الولايات المتحدة من الدارج ان يبلغ التمويل الصناعى لبرامج البحث الجامعية من ٦ إلى ٧٪ من موازنة البحث الاجمالية للجامعة وهو يمثل تقريبا مبلغا متراكما قدره ٢٠٠ إلى ٣٠٠ مليون دولار في السنة . وفي مجال البيوتكنولوجيات قد يبلغ من ١٥ الى ٢٠ مليونا .

إن تطور العلاقات الجامعية / الصناعية في الولايات المتحدة والمجادلات المترتبة عليه يبيحان ــ بسبب كبر حجميها الأهم بكثير بالمقارنة مع مايجرى في أوروبا ــ إجراء تحليل لها أكثر تفصيلا . وسنكتفي إذن ببحث الوضع الأمريكي مع العلم بأن الاتجاهات والمسائل المثارة تتكرر بصورة مماثلة في أوروبا وإن كان ذلك بدرجة أقل .

تطوير التعاون : أوجه القلق والبحث عن حلول وسط

الشعور الأول البادي هو القلق من مشاهدة انزلاق الأهداف الأصلية للجامعة . ويستند هذا القلق إلى ملحوظتين :

● النقص في العلماء رفيعى المستوى وصعوبة تجديد هيئة التدريس . فمنذ ١٩٨١ نقل مقال نشر في مجلة Science أوجه القلق الخاصة « بنقص الأدمغة » في مجال التكنولوجيات النباتية . إن إنشاء المؤسسات البيوتكنولوجية

الجديدة واستثمار المجموعات الصناعية الضخمة ترتب عليهما تنافس شديد لاجتذاب الباحثين الجامعيين القلائل من ذوى الكفاءات المطلوبة . « إن الطلب الجديد من العاملين المؤهلين في البيوتكنولوجيات النباتية يثير مشكلات للجامعات التى تصادف صعوبات في الاحتفاظ بالأفرقة الرفيعة المستوى للاشراف على برامج الدكتوراة »(١) .

• تغلغل المصالح الخاصة في الوسط الجامعى

إن القلق لاينصب فقط على استنزاف الجامعيين نحو الصناعة ، بل أيضا تغلغل المصالح الخاصة بينهم . لقد بين ونستون بريل Winston Brill ، الأستاذ بجامعة وسكونس ورئيس شركة Agracetus (Graeè) ، فى شهادته أمام الكونجرس الأمريكى ، « أن عدد الخبراء في البيولوجيا الجزيئية أو الكيمياء الحيوية النباتية محدود جداً . ومعظم الأساتذة من ذوى الشهرة أصبحوا منذ الآن استشاريين لشركة أو لأخرى » .

في مجال البيوتكنولوجيات النباتية المحدود ، كشف تعداد « لابسي القبعتين » — أي الجامعيين العاملين كاستشاريين لمؤسسة خاصة مع احتفاظهم بوظيفتهم في الجامعة — عن ظاهرة مؤثرة ؛ فعلى الصعيد الكمى البحت ، تخص هذه الظاهرة (بالنسبة للعقود المعروفة وحدها) اكثر من خمسين أستاذاً مع أخذ الاتفاقات المعقودة مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة وحدها ، في الحسبان (لكنه من المؤكد أن المجموعات الصناعية تلجأ هى أيضا إلى هذا الشكل من الاتفاق) .

والسؤال الذى يطرح هو اذن معرفة مايخفيه بالذات هذا النمط من العلاقة التعاقدية ، والوسائل التى تلجأ إليها الجامعة للسيطرة على هذه الحركة . وقد أثارت تلك المشكلة مجادلات عديدة سواء داخل الجامعات أو أثناء جلسات الاستماع في

(١) راجع : J.Walsh-Science-18 Octobre 1981.

الكونجرس الأمريكى .

كيف يمكن في الواقع ضمان احترام القواعد الملازمة لسير العمل بالجامعة ومن أهمها : من جهة الحفاظ على تقدم المعلومات بالتداول الحر لنتائج البحوث ، وعلى الحرية المطلقة للاعلام العلمى ؛ ومن جهة أخرى حماية مضمون التعليم ونوعيته ، وأيضا اختبار خطوط البحث ، من نفوذ توجيهى أكثر من اللازم مردّه المقتضيات التجارية ؛ وأخيرا تفادى قيام منافسة بين الجامعيين أساسها تمويلات خاصة ودوافع تجارية قد تضر بتقدم المعارف .

ومن جهة أخرى تمت تعاقدات هامة جداً ابتداء من أول الثمانينيات ، خاصة في المجال الطبي الحيوى (أنظر الجدول الثانى والعشرين) .

وتكمن السمة الجديدة لهذه التعاقدات في أهمية المبالغ التى تنصب عليها ، ومدتها والاتجاه الواضح نحو البحوث الأساسية . وإزاء أخطار الشطت المرتبطة بالتمويل الصناعى للبحوث الجامعية ، إجتمع في ١٩٨٢ مديرو معهد ماساشوستس التكنولوجى بستاتفورد ومعهد التكنولوجيا بكاليفورنيا ومعهد هارفارد لتحديد مواقف مشتركة هدفها ضمان السمة الانفتاحية والمستقلة للجامعة . وقد كانت المبادىء العامة التى توصلوا إليها كالآتى :

ـــ على الصناعة أن تبحث عن ميزة تنافسية في مساندتها للبحوث الجامعية .

ـــ لاينبغى لتطوير العلاقات بين الجامعة والصناعة ، أن يشوه الأهداف الأكاديمية .

ـــ ينبغى أن يتم بأى ثمن تلافى إحاطة الأساليب والنتائج بالسرية . كذلك ينبغى أن يجرى كل عمل متبادل بكيفية مكشوفة واضحة .

ـــ ينبغى أن تكشف للجمهور كافة نتائج البحوث بما فيها نتائج البحوث التى تمولها الصناعة وإن كانت فترة وجيزة ضرورية أحيانا لحماية حقوق الحيازة(٢) .

---

(٢) راجع : G.J.Desgroseillers in «Problèmes Economiques» 14 Novembre 1985.

جدول (٢٢) Biofutur

بعض الاستثمارات الصناعية في البحوث الجامعية

المجموعة	التاريخ	المعهد العام	المبلغ*	موضوع البحوث
هوكست	١٩٨١	مستشفى ماساشوستس العام	٧٠ على ١٠ سنوات	
و.ر.جريس	١٩٨١	معهد ماساشوستس التكنولوجى	٣٠ على ٥ سنوات	هندسة وراثية تطبيقية
دي بون	١٩٨٢	كلية طب هارفارد	٦ على ٥ سنوات	هندسة وراثية جزيئية
إكسون	—	معمل كولدسبرنج هاربور	٧,٥ على ٥ سنوات	تدريب العاملين في البيولوجيا الجزيئية
مونسانتو	١٩٨٢	جامعة واشنجطن	٢٣,٥ على ٥ سنوات	تنظيم وظيفة البروتيينات والليبيدات
	مُدّ فى ١٩٨٧		٨ فى السنة	
كورننج للزجاج	—	جامعة كورنل	٢,٥ لكل واحد على مدى ٦ سنوات	إنشاء معهد للبيوتكنولوجيا
إيستمن كوداك				
يونيون كاربايد				

* بملايين الدولارات

المصدر : C.Ducos;P.B.Joly من أقوال الصحف .

يبدو جليا في بعض الحالات أن ثمة تناقضا واضحا جداً بين المصالح الأكاديمية والمصالح الصناعية . وبصفة خاصة أن ماذكر بشأن نقطة براءة الاختراع الحاسمة يشبه جداً أمنية صالحة . وفيما عدا حالات البحث السابق للمنافسة (وهي حالات يتحتم تحديدها بدقة ولاتبدو أنها المستهدفة) ، ليس من الواضح كيف يمكن التوفيق بين مصلحة الممول الصناعي وحرية تداول النتائج .

الجامعة وتوقعات إيداع براءة اختراع يخلقان جوا من الحذر يقلل من مبادلات المعلومات ومعدات البحث (معدات نباتية مثلا) . ولاتعمل السرية فقط في اتجاه الصناعة ـــ الجامعة بل تشاهد حركات منع داخل المجتمع العلمي ذاته ازاء الجامعيين من ذوى الصلة بالصناعة ، بقدر مايعملون حسب قواعد مختلفة .

والأمر كذلك بالنسبة لاستخدام نتائج البحوث . إن الوثائق التى رجعنا إليها لاتسمح بالوصول إلى وضع قاطع . ويقول C.Kaysen (١٩٨٦) إن معهد ماساشوستس التكنولوجى يودع براءات اختراع عن هذه النتائج : ويتمتع المتعاقدون بترخيص للاستغلال غير مقصورٍ عليهم ، دون دفع عائدات . ويلاحظ J.c.Pinon (في مجلة Biofutur عدد ابريل ١٩٨٣) على عكس ذلك ان « الجامعيين يقبلون شرط العقود الذى ينص على أن حقوق استغلال براءات الإختراع تعود قصرا للشركة التى مولت البحث » .

والخلاصة أنه يبدو إذن أن تعايش منطقين مختلفين (العام والخاص) يثير عددا من الصعوبات لاينبغى الاستخفاف بحجمها . إن دخول الصناعة الأوساط الجامعية قد يضعف من كفاءة النظام : على المدى القريب بالخضوع « لقانون السر » الذى يحد من تداول المعارف وعلى المديين المتوسط والبعيد ، بصعوبة تكاثر الجهاز الجامعى وتأثير القيود التجارية على اختيار خطوط البحث .

تقارب حتمى

ومع ذلك فان عدة حجج تعمل من أجل تقارب بين هذين الكيانين .

ففى المقام الأول ، ينطبق التمييز التقليدى بين البحوث التطبيقية والبحوث الأساسية انطباقا سيئاً جداً في مجال البيوتكنولوجيات مثلما في مجال كل « التكنولوجيات الرفيعة » وأعمال البحث المعقدة والملائمة للتقدم العام للمعلومات تولد أيضا قيمة مضافة ، وتحمل الجامعة والصناعة على العمل على برامج بحث متماثلة . فالكفاءة الاقتصادية تبدو اذن كأنها تتجه نحو تقارب بين هذين الكيانين .

ومن جهة أخرى فإن ركود التمويل الفدرالى للجامعات بالدولارات الثابتة (بينما تتزايد بسرعة تكلفة المعدات) ، قد عمل كحافز قوى للسعى إلى موارد جديدة . إن تحقيق عقود للصناعة يشكل إذن عنصر رد على هذا التناقص في التمويل العام . ومن جهة أخرى ، تمشيا أيضا في هذا الاتجاه ، منح اتفاق البراءات الدولى الجامعات في ١٩٨١ حق امتلاك كل براءة منبثقة من بحث مول بعقد فدرالى واسناد استغلالها قصرا إلى شركة خاصة .

في ١٩٨٠ منح مكتب البراءات بالولايات المتحدة جامعة ستانفورد وجامعة بركلي ، بكاليفورنيا ، براءة لتقنية زرع جينة في بلازمية بكتيرية ، أخرجها كوهين وبواييه . ويقال ان في ١٩٨٤ ، حصلت فعلا هاتان الجامعتان على حوالى مليوني دولار كعائدات [٤] .

إن التقارب بين هذين النوعين من المؤسسات يبدو إذن حتميا مع مرور الزمن . والمشاكل التى يثيرها هذا التقارب ذات أهمية ، ولكن يجب أن يتيسر التغلب عليها . وفي هذا المجال يدلل وضع تعاقد بحث طويل الأجل بين جامعة واشنطن ومجموعة مونسانتو على أنه من المستطاع قيام تفكير أساسى بين الشريكين وأنه يمكن إيجاد حلول للتناقض الظاهر لتعارض المصالح الأكاديمية والصناعية . (يرجع إلى ماهو وارد داخل اطار فيما يلى) . وإلى جانب هذا النوع من العقود ، وهو كلاسيكى نسبيا ، طورت الولايات المتحدة أشكالا جديدة من العلاقات :

(١) البرامج المسماه ببرامج المنتمين العامين أو المتخصصين ، التى تجمع

تمويلات عدة مجموعات صناعية في اتحادات بحث وتتيح ، بصورة متميزة ولكن غير قاصرة ، الحصول على نتائج أعمال البحث التى قامت بها جامعة .

(٢) مراكز البحث التعاونية : تمويل مؤسسة العلوم القومية ومجموعة من أصحاب الصناعات لمركز بحوث تطبيقية .

إتفاق مونسانتو ــ جامعة واشنجطن

في ١٩٨٢ وقعت مونسانتو وجامعة واشنجطن اتفاقا طويل الأجل لمدة خمس سنوات قابلة للتجديد .

وقد جاء هذا الاتفاق بعد سنة من المفاوضات حاول خلالها كل من السيد هـ . شنيدرمان H.Schneiderman مدير البحوث في مونسانتو ود. كيبنس D.Kipnis رئيس قسم الطب بالجامعة التوصل إلى حل وسط يتيح احترام المبادىء العامة لكل من هاتين المؤسستين . وكان من بين المطالب حرص د. كيبنس على حماية قوة البحوث والسمعة العلمية للجامعة. لقد تم تعريف عقد «تنظيم وظيفة البروتينات والببتيدات (الهضميدات) في الاتصالات بين الخلايا » بحيث تنطوى على منظورات بحوث جديدة مفيدة للجامعة وترى فيها مونسانتو مجالات يمكن استغلالها من الناحية التجارية .

تم توقيع العقد مع الجامعة وكل باحث معمل معني عليه أن يعرض مشروعه لموافقة اللجنة . ويمكّن ذلك من تلافى أى تعامل خاص فردى . وتدير الاتفاق لجنة مختلطة مؤلفة من خمسة أعضاء علماء وإداريين من مونسانتو وخمسة أعضاء من الجامعة . والعقد برمته والآثار الناجمة عنه بالنسبة للجامعة يخضعان دوريا (كل ثلاث سنوات) لرقابة هيئة مستقلة مؤلفه من علماء معترف بهم على المستوى الدولى .

تخصص الأموال الناتجة عن هذا العقد (٢٢,٥ مليون دولار على مدى خمس سنوات) مباشرة لكلية الطب ، وبراءات الاختراع تكون ملكا للجامعة : وتوزع الاتاوات بين الكلية والادارة والمعمل . وللمونسانتو مهلة احتياطية طولها ثلاثين يوما قبل النشر .

ويبدو أن الشريكين راضيان تماما بالشروط التى تم بها التعاقد : فقد مُدَّ في ١٩٨٧ لثلاث سنوات . ويعتبر د.كيبنس أن هذا الاتفاق كان حافزاً للفضول العلمي بقدر ماكّن على هذا النحو توفّر تمويلات إضافية من تطوير مشروعات جديدة .

إن أوجه التعاون بين الجامعة والقطاع الخاص ، بعد أن التزمت التزاما واسعا منذ بداية السبعينيات ، في مجال العلوم الهندسية بصفة خاصة ، انطلقت انطلاقه ملحوظة جدا مع تطوير البيوتكنولوجيات . وستصبح هذه التعاونات عنصر بنية للكيفية التى تعمل بها الجامعات ، مغيّرة بذلك ذاته نظام إنتاج المعارف . إن نشاط البحث العام الذى كان حتى الآن منفصلا في معظمه عن المتطلبات القصيرة والمتوسطة الأجل للبيئة الاقتصادية ، سيصبح في النهاية خاضعا لها بصورة متزايدة . ولهذا التطور جوانب إيجابية . الا أن لا سبيل للانكار أنه ينبغي الحفاظ على بعض من الاستقلال ولو لضمان انفتاح الاتجاهات الطويلة الأجل .

من وجهة النظر هذه ، الوضع الفرنسي مشابه تماما للوضع الأمريكى مع فارق في الحجم . إن غياب سوابق في علوم الهندسة ، وقلة عدد أصحاب الصناعات المعنيين اليوم بالبيوتكنولوجيات تجعلان التعاونات اليوم تنصب على نقاط محددة نسبيا ، ومن ثم مخاطر انحراف وظائف الجامعة ليست بعد موضوع جدال وطني حقيقى ، كما هو الحال في الولايات المتحدة .

وإحدى المشاكل التى يثيرها هذا التعاون هى كما رأينا تداول المعلومات والتمليك الخاص لنتائج البحوث . فالى جانب المشكلة الصعبة الحل من وجهة النظر العلمية والتقنية البحتة المتمثلة في تقاسم ملكية النتائج بين الجامعة

والصناعة ، تثار بصورة حاسمة مشكلة مدى وشرعية براءة الاختراع وهى مرادفة للتملك الخاص وسنخوض في هذه المسألة في الفصل التالى .

سادسا ــ إمكانية منح براءات اختراع عماهو حي

إن براءة الاختراع هى عنصر سياسة صناعية وتشكل أيضا في حد ذاتها مرحلة جديدة في تملك السلع ، ومن ثم ، في العلاقة الفلسفية والأخلاقية للانسان بهذه السلع . ولهذا أهمية خاصة في حالة المنتجات والأساليب المتعلقة بمجال ماهو حي وبحالة البيوتكنولوجيات .

في ١٩٧٣ ، في مؤتمر ميونيخ ، رَدَّ القانون الأوروبي الالتجاء إلى الحماية ببراءة الاختراع في مجال ماهو حي . والتطوير التجارى للبيوتكنولوجيات يواجه بصورة متزايدة هذا التصور التقليدى . ففى بيئة اقتصادية متأزمة ، حيث تصبح الكلمات الرئيسية هى الابتكار والقدرة على المنافسة ، تكثر الضغوط لصالح تحول النظام القانونى . إن مدّ البراءات الصناعية إلى صعيد ماهو حي والذى يطالب به أساسا أصحاب الصناعات ، تبرره أسباب اقتصادية لاتخلو من الكلاسيكية . الا أنها تواجه مجموعة من المشكلات ذات الطابع الاقتصادى والأخلاقي على حد سواء .

التحليل الاقتصادى لنظام البراءات

من وجهة النظر الاقتصادية يمكن تلخيص تبرير نظام البراءات تلخيصا لايخلو من البساطة : إنه حل وسط بين الكفاءة الساكنة والحوافز الدينامية وعلى أقصى تقدير ، إن اختراعا (يمكّن مثلا من خفض تكلفة الانتاج) يمكن تصوره

كأنه ·معرفه جديدة سمتها كما يلي : تكلفة **تداولها** ضئيلة أو منعدمة اذا قورنت بتكلفة **تخليقها** . ومن ناحية **الكفاءة الساكنة** ينبغي أن يُنْشر الاختراع فوراً ويجب أن يكون ثمنه منعدما . الا أنه في نطاق الاقتصاد السوقي لن يستثمر رجل أعمال خاص في نشاط ابتكارى الا اذ كان سيوفر له ميزة تنافسية ويشكل مصدر ربح . ومن وجهة نظر **الحوافز الدينامية** لابد أن يُضمن للمخترع شكلا من أشكال احتكار استخدام اختراعه .

إن الحل الوسط الذى تشكله البراءات يعطى المخترع احتكارا مؤقتا لاستخدام اختراعه بينما يجبره على الكشف عن معلوماته إذ ينبغى في الواقع ان يصحب إيداع البراءة وصف دقيق يسمح « لرجل الفن » بنقل الاختراع .

في التحاليل الاقتصادية ، تعتبر البراءة إما كمخرج للبحث (يستخدم لاجراء مقارنات بين بلدان أو مؤسسات) أو كتخليق ثروة في المؤسسة أو تشكيل إجمالى لرأس مال ثابت .

لقد أمكن مؤخراً الاكتشاف ان البراءات قد تعتبر أحيانا أداة استراتيجية فاليابان مثلا اشتهرت باستخدامها المنتظم للبراءات الأجنبية كمصدر معلومات وتكنولوجيا . ولكن لوحظ أيضا أن بعض المؤسسات تتبع استراتيجيات لتجميد الابتكار بالبراءات . واذا كان يصعب الابقاء على وضع احتكارى ببراءة واحدة يمكن محاكاتها أو الالتفاف حولها ، تستطيع محفظة كاملة من البراءات أن تهيء لمؤسسة السيطرة التامة على باب انتاج معين بل وايداع براءات لأساليب أو منتجات متقاربة دون أن تتأكد من جدواها . وبمثل ذلك أمكن لشركة زيروكس Xerox أن تبقى طويلا احتكارها لطريقة الاستنساخ الضوئى الجاف . وقد اقتضى الأمر ان اجبرت المحاكم الأمريكية الشركة على أن تتنازل عن تراخيص استغلال لمنافسيها .

دون إجراء تقييم شامل هنا لنظام البراءات ينبغى الملاحظة أن هذا النظام يتعرض اليوم لانتقادات عديدة . ان عددا كبيراً من المؤسسات مستاء من نشر المعلومات بالبراءات : لقد أظهرت دراسة حديثة أجرتها جامعة ييل (الولايات

المتحدة) أن الحماية بالبراءة تكون هامشية بالنسبة للقطاعات التى ينصب فيها الابتكار على الأساليب (في هذه الحالة يكون من الأفضل الحفاظ على السرية الا أنها بعكس ذلك أساسية بالنسبة للقطاعات التى يسهل فيها محاكاة ابتكارات المنتجات (الكيمياء الرفيعة والصيدلة) . وتوجه انتقادات أيضا للتكاليف الاجتماعية المرتبطة بالبراءات : تجميد الابتكارات (نسبة عالية جدا من البراءات لاتستخدم) أو تجميد بعض البحوث في حالة ما اذا كان لمؤسسة وضع مسيطر أو سبق قليل على منافسيها (ظاهرة الشفعة) .

الا أنه يظهر اليوم نقد ذو سمة أساسية أعمق . إن نظام البراءات وضع في فترة كانت فيها الاختراعات مرتبطة أساسا بالميكانيكا . فالنموذج الأساسى للبراءة كان إذن الآلة وهى جماد مجرد تماما من الحياة . إن اتفاقية ميونيخ الخاصة بالبراءة الأوروبية (١٩٧٣) التى يستخدمها كنموذج عدد كبير من الدول الراغبة فى توفيق تشريعها الوطنى ، تستبعد مثلا من مجال ايداع البراءات : « الاكتشافات والنظريات العلمية والأساليب الحسابية [...] وبرامج الحاسبات الآلية ، وطرق العلاج الجراحى [...] والأصناف النباتية أو السلالات الحيوانية وكذلك الطرق البيولوجية أساسا للحصول على نباتات أو حيوانات » « على الا يطبق هذا الحكم على الأساليب البيولوجية الجهرية وعلى منتجات هذه الأساليب » .

إلا أن تطور النظام التقنى يتميز من جهة بالاستخدام المتزايد للاعلام وبتجريد اساليب الانتاج من السمة المادية ، ومن جهة أخرى بالاحلال التدريجى للمبادىء البيولوجية محل المبادىء الميكانيكية . وازاء هذا التطور المزدوج أصبح نظام البراءات غير مناسب في بعض أسسه . وعدم التناسب هذا يفسّر قرارات جاءت مضادة لمبادىء النظام للاستجابة لمطالب رجال الصناعة مثل الطرق الحسابية الخاصة لحل بغض المسائل .

البراءة الخاصة بالكائنات الحية تثير مشكلات تقنية

عندما نشر في ١٩٨٤ مكتب تقييم التكنولوجيا التابع للكونجرس الأمريكى

وثيقته المرجعية الخاصة بعوامل التنافس في مرحلة التطوير التجارى للبيوتكنولوجيات ، حدد البراءات على أنها عامل أساسى : « لن يُشْرَع في العديد من مشروعات البحث الجديدة اذا انتفت امكانية الحيلولة دون استخدام المنافسين نتائج الجهود المبذولة . وعلى هذا النحو فان نظاما تشريعيا فعالا خاصا بالملكية الفكرية يزيد من تنافس بلد ما في البيوتكنولوجيات » .

لقد أصبحت منذ ذاك الحين مشكلة حماية البيوتكنولوجيات بواسطة البراءة في محور المجادلات على الساحة الدولية . إن آراء مختلف المنظمات (منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية والمنظمة العالمية للملكية الفكرية ...) تتفق في ضرورة إرساء نظام يمكّن من الاستجابة إلى مطالب رجال الصناعة . والمجموعات الكيميائية والصيدلية التى تلعب دورا دافعا في التطوير الصناعى للبيوتكنولوجيات تتمتع بثقافة واسعة في مجال البراءات . وتقول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية « بعض الشركات قد أبلغت فعلا عن أنها تعتبر حماية قانونية موثوقا بها شرطا حيويا إن لم يكن مسبقا ، ضروريا لمواصلة أنشطة البحث والتطوير في مجال البيوتكنولوجيات »[٤]

إلا أنه ينبغى الملاحظة مع ذلك أن مثل هذا الوضع لايحوز الاجماع حتى في العالم الصناعى . وبصفة خاصة إن إمكان منح براءات الاختراع بالنسبة للنباتات والذى قد يحل محل النظام الحالى لشهادات الحصول على سلالات نباتية ، يقيم المواجهة بين المعنيين التقليديين بالبذور والدخلاء الجدد على صناعة البذور [١٦ و١٢] .

والحجة الثانية التى تؤيد الحماية بواسطة البراءة هى أن البيوتكنولوجيات تزدهر تلقائيا على النطاق الدولى : إن الجهود تستند إلى عدد كبير من الاتصالات والمشروعات وعمليات مشتركة تتجاوز الحدود ، فتقوم صلات بين شركات ومراكز بحوث في بلدان مختلفة . والفروقات الملحوظة بين الأوضاع الوطنية كثيرا ماتشكل مكبحا لتطوير هذه العلاقات . ولايغيب عن الذاكرة مثلا النزاع الذى قام بين معهد باستير بباريس والمعهد القومى للسرطان (بالولايات المتحدة) بشأن البراءة

الخاصة باختبار الكشف عن الايدز .

إن الدراسات المختلفة التى أجريت على مقارنات التشريعات الوطنية فيما يتعلق بحماية الابتكارات البيوتكنولوجية ، تدل على أن الأوضاع مختلفة جداً ويبدو أن اليابان والولايات المتحدة أكثر البلدان تقدما ويفسر بعض المراقبين تخلف أوروبا في البيوتكنولوجيات بأوجه القصور في نظامها الخاص بحماية الابتكار . لقد أفلحنا في التدليل على أن الأسباب في تحديد الأوضاع الوطنية أكثر تعقيدا من ذلك بكثير . الا أنه مراعاة للسمة الدولية للتكنولوجيا ، أصبح من الملح الإتجاه نحو تنسيق الأنظمة الوطنية والتوفيق بينها . ومما يؤسف له أن هذا التنسيق يسير في اتجاه « النزعة القصوى » لحماية المعلومات والكائنات الحية .

وبالرغم من أنه لم تحدث تعديلات في القوانين ، فان قرارات المحاكم أو مكاتب البراءات تسير في الواقع في هذا الاتجاه . وفي مجال البيوتكنولوجيات تنبع المشاكل من أن في حالات عديدة ، ليست الطريقة بل منتج النشاط الابتكارى هو موضوع الاهتمام . ومن ثم كانت ثلاثة أنواع من المشكلات :

(١) المنتج كائن حي ، مستبعد تقليديا من مجال إخضاعه للبراءات .

(٢) الطريقة المستخدمة للحصول على هذا المنتج كثيراً ما تكون عملية غير مؤكدة : في بعض الأحيان يصعب التمييز بين عمل الطبيعة (في عملية تحول مثلا) والنشاط الابتكارى .

(٣) وأخيراً لما كان وصف العملية لايتيح « لرجل المهنة » نقل الاختراع فان مطلب نشر المعلومات لن يتحقق .

وقد تم اجتياز المرحلة الأساسية بقرار المحكمة العليا في الولايات المتحدة في قضية « دياموند ضد شكرابارتى » (١٩٨٠) وهو القرار الذى يعلن قبول الادعاء التالى : « بكتيريا ناتجة من نوع الـ Pseudemonas تحتوى على بلازميدين ثابتين على الأقل مولدين للطاقة ، على أن يحدث كل بلازميد عملية تحلل هيدروكربون منفصلة » وبينما تكثر البراءات الخاصة بالأساليب (تمنح أكثر من ألف براءة كل سنة) ، هذه هى المزة الأولى التى يقبل فيها إصدار براءة عن ناتج البحث وهو

كائن حي .

وكان مكتب البراءات قد رفض في مرحلة أولى هذا الطلب مبينا أنه لم يكن في نية الكونجرس إدخال الكائنات الحية في عبارتي « صنع » أو « تخليق مادة » وعلاوة على ذلك اعتبرت الكائنات المجهرية أنها منتجات طبيعية وبصفتها هذه غير قابلة للخضوع للبراءات .

وقد رفضت المحكمة العليا هذه الحجج بخمسة أصوات مقابل أربعة . ودُحض الاعتراض الأول بأن طلب البراءة كان ينصب على « صنع » أو « تخليق مادة » لاتوجد طبيعيا . ولما كانت البكتيريا لاتوجد في الحالة الطبيعية فان الأمر كان يتعلق فعلا ، حسب رأى المحكمة ، بكائن مجهري جديد ليس مستنبطا من اكتشاف كائن مجهرى بل في الحقيقة من عملية مردها النشاط الابتكارى . فهذا القرار يستند اذن إلى تمييز دقيق تبين الحياة الطبيعية والحياة الاصطناعية .

وبعد تجاوز هذه المرحلة الأولى ، أصبحت امكانية منح براءات اختراع عن كائنات حية اكثر تعقيداً ، مجرد إجراء . ففي عام ١٩٨٥ منح مكتب براءات الاختراع الامريكى براءة عن نوع من الذرة وفي عام ١٩٨٧ جاء دور محاره معالجه بالجينات تبعها فى عام ١٩٨٨ فأرجامعة هارفرد . وسرعان ماتبع المكتب الاوروبى لبراءات الاختراع هذه القرارات . وقد تم تفسير استبعاد الأجناس الحيوانية والأنواع النباتية تفسيراً ضيقاً مقيَّداً : هذه الحيوانات أو النباتات المعالجة بالهندسة الجينية ليست أجناسا ولا أنواعاً . فهى إذن قابلة لإصدار براءة اختراع عنها . لقد أصبح علم جديد لدلالات الالفاظ يتيح الالتفاف حول العقابات التى يضعها القانون . وقد صدرت براءة عن أول نبات فى ١٩٨٨ وعن أول حيوان (الفأر المعالج بالجينات) في ١٩٩١ .

ولاتخلو هذه التطورات من بعض المبالغات . ففى بداية ١٩٩٢ اودع باحث من معهد الصحة القومى في الولايات المتحدة براءة اختراع تطالب بـ ٢٤٧٧ جينه اى ٣٪ تقريبا من الجينوم الآدمى . وليس جليا فى هذه الحالة ما الذى يبرر منح البراءة لأن الامر يتعلق فقط بقراءة المتتابعات وليس بتحديد وظيفة هذه الجينات

(وهى اصعب مرحلة) .

وعلى كل حال خارج مثل هذه المبالغات هذه التحولات منطقيه ومتماسكة تماما ، فبما أنه من المقبول أن « المبادرة الخاصة » يجب أن تلعب دورا محركا في تطوير البحوث الأساسية للبيوتكنولوجيات ، فانه ينبغى إعداد النظام بحيث يتوفر ضمان جدى لمكافأة الجهود . فالاختيار يتم اذن في المرحلة السابقة . إن خيار تطوير خاص للتقنيات الحيوية (البيوتقنيات) تم بسهولة أكبر لاسيما وأن في هذه الفترة من الأزمة ثمة ميل إلى رد اعتبار المؤسسة الخاصة وانتقاد تدخلات الدولة في الاقتصاد ، وأن اللعبة برمتها تجرى على قاعدة من التنافس الدولى المتزايد . وهذا بالتأكيد يعنى إيلاء ثقة أكثر من اللازم لآليات السوق .

إن قابلية ماهو حى للتغطية ببراءات الاختراع تعكس تحول الاخلاقيات

إزاء التحولات الملاحظة ، تظهر حركات مقاومة . وثمة ميل في كثير من الأحيان إلى وصفها بالتشككية وبأنها حركات « مناهضة للتقدم » . إن عالمنا التقنوقراطى يهمل إذن الاقرار بأن هناك مواطنين يرغبون في الاحاطة بتطور العالم الذى يعيشون فيه ، مواطنين يريدون تطويع هذا التطور بالضغط على قرارات أساسية لا سلطة للمؤسسات الديمقراطية عليها .

في الولايات المتحدة ، لعب قرار ابريل ١٩٨٧ دورا حافزاً هاما : لقد حاول تحالف تألف على الأخص من جمعية الولايات المتحدة الانسانية والمؤسسة المعنية بالاتجاهات الاقتصادية ، تجميد هذه السياسة الخاصة بالبراءات متذرعا بالانزلاق الحتمى نحو اصدار براءات لكافة أشكال الحياة بما في ذلك الحياة البشرية .

إن التوسع في البراءات ، وهو النتيجة الحتمية للبحوث التى تجري في إطار القطاع الخاص ، يتعارض أساسا مع الأخلاقيات التى كان يقوم عليها حتى الآن نموذج تكيفنا الاجتماعى الثقافى . واذا كان عصر الأنوار يحمل في طياته نهاية

« أسطورة الطبيعة المقدسة » ، لقد اعتبر دائما ماهو حى متميزا مما هو مجرد من الحياة ، وغير قابل للتملّك ، إلا في حالات استثنائية نادرة .

إن القرارات القضائيه تدخل تميزات جديدة بين مختلف فئات ماهو حي ويجرى بصفة خاصة فصل فكرة الحياة عن فكرة الطبيعة فيكون بذلك التمييز بين الحياة الطبيعية والحياة الاصطناعية . ويشرح برنار إدلمن Bernard Edelman هذا التطور بتحليل القرارات القضائية [١٥] ان استخلاصاته جديرة بنقلها مطولا : « يمكن إذن تلخيص كل هذا التطور في سلسلة من التقارير يستحث كل واحد منها الآخر . لقد شاهدنا أولا تمييزاً بين ماهو حى وماهو مجرد من الحياة . وقد تعدل هذا التمييز ذاته ليصبح منتجات الطبيعة (حية أو لا) أو اختراعات الانسان ؛ وأخيراً ولّد هذا التمييز الأخير نسبة الحياة الطبيعية إلى الحياة الاصطناعية . وبعبارة أخرى أُحتفظ في الأصل بما هو حى بمنأى عن النشاط الابتكارى . وفي مرحلة ثانية ، فُصل عن النشاط الابتكارى وفى مرحلة ثالثة تبيّنت فئات ماهو حي . وهنا أيضا نواجه عملية نمطية من السيطرة على الطبيعة . يريد الانسان استخدام الانسان أو الحيوان أو ماهو حي ، يهبط به الى مرتبه الوسيلة وعندما يتعلق الأمر بما هو حى ، يضفى عليه صفة الاصطناعى . وهو يوضح بعد ذلك : « لقد حقق الغرب حلمه القديم بالسيطرة على الطبيعة وعندما تمت هذه السيطرة ، فقدت الطبيعةمعناها . وهذا هو الذى يساند الاحتجاجات البيئية : إننا في حاجة إلى استعادة هبة ماهو حي » .

سابعا ـــ تحول انتماءات الانسان إلى الطبيعة

تشكل البيوتكنولوجيات موضوع مجادلات عديدة بشأن العلاقات بين أوجه التقدم التى حققها العلم والتكنولوجيا و« معنى » التقدم الذى تنطوى عليه .وبعض التطبيقات مثل أطفال الأنابيب وجملة التقنيات المرتبطة بالتناسل الاصطناعى تشجب مخاوف وأمال الأفراد . ودون الميل إلى نزعة توقع الكوارث ولا الى التفاؤل المطلق ، من الواضح أنه لاينبغى إبخاس تقدير هذه الانقلابات المستقبلة . فالبيوتكنولوجيات تعطى الانسان قدرة خلاقة حقيقية مرتبطة بالتملك من تحويل الكائنات الحية . وتخص الآثار الأولى التملك من الطبيعة (القسم ١) بقدر ماتخص التقنيات التى تنصب مباشرة على الحياة البشرية (قسم ٢) . وفى كلتا الحالتين فان تصور الانسان وتصويره هما اللذان قد يُعَدّلان كلية : فالمشاكل الأخلاقية المطروحة حادة إذن بدرجة خاصة .

إلا أنه يبدو أننا اليوم في مرحلة يتقدم فيها العلم والتقنية بسرعة أكبر بكثير من استيعاب المجتمع لأوجه التقدم هذه فتطرح اذن وبكيفية حاسمة مسألة مسئولية الباحث ومسئولية الرقابة الاجتماعية للبحوث .

أمام حقل الممكنات الذى يتفتح اليوم أمام الباحث ، أصبح هذا أيضا فيلسوفا وكاتبا مهتما بالأخلاقيات . وتثار بصفة خاصة أخلاقيات الانتقال من الممكنات إلى الوجود ، أى اختيار الباحث للتقنية أو التقنيات التى ستتحول من الممكن تحقيقه إلى المحقق . وبالتأكيد تكون المواجهة بين رجال العلم بشأن هذه

النقطة الأخيرة هي الأشد ظهورا .

الواقع أن البعض يرى أن الخيارات الأخلاقية يجب أن تلحق العلم عند مرحلة الاستخدام النهائى للتقنية . وهذا هو موقف ب .كوريلسكى P.Kourilsky(مؤلف Les Artisans de l'hérédité) الذى يرى أن الباحث إزاء بحثه الأساسى ، يجب أن يتمتع بحرية تصرف كاملة . « إن المجتمع العلمي يحكم على نفسه بنفسه . وهو متعود أن يكون قاضيا وطرفا في النزاع ومهما بدا ذلك غير مألوف فإنه لاتوجد أية وسيلة أخرى عملية » .

ويرى علماء آخرون أنه على العكس يجب أن تكون الخيارات سابقة للبحث وعلى هذا النحو تخلى J.Testart عام ١٩٨٦ عن بحوثه في التناسل الاصطناعى . « كفى إدعاءً بالاعتقاد أن البحث قد يكون محايداً على أن توصف تطبيقاته وحدها بأنها حميدة أو سيئة . فأين التدليل على أن اكتشافا واحداً لم يطبق لأنه كان ينطبق على حاجة قائمة من قبل أو نشأت عن هذا الاكتشاف فيجب إذن أن تسبق الخيارات الأخلاقية الاكتشاف » [٢٠] .

إن التساؤل عن مسئولية الباحث ودوره في المجتمع ليس مرتبطا بانبثاق البيوتكنولوجيات ، وعلى نحو ذلك ، في الولايات المتحدة ، كانت نتائج مشروع « منهاتان » (القنبلة الذرية) واستخدام اكتشافات الكيمياء في حرب فيتنام ، بصفة خاصة ، قد لعبت بالفعل دورا أساسيا في وعى العلماء بدورهم في تطور المجتمع . ولكن تطوير التكنولوجيات الجديدة المرتبطة بما هو حى يعود بهذه المسائل إلى جدول أعمال اليوم . لقد أحدث داخل مجتمع الباحثين ردود فعل شديدة للغاية الدافع لها في آن واحد ، إدراك المخاطر التكنولوجية (تخلي بول برج Paul Berg عن تجاربه لزرع فيروس مسبب للسرطان في الباسيل القولونى Escheria Coli ، ١٩٧١) ، وأخطار الانحراف خاصة على الصعيد الأخلاق (تأخر ١١ عالما بيولوجيا أمريكيا في ١٩٧٤ تبعه مؤتمر ازيلومار في ١٩٧٥) . ولكن سرعان ماتجاوزت المسائل التى أثارتها اتجاهات البحوث ، نطاق المجتمع

العلمي وحده وولدت جوا من القلق كانت آشد ظواهره إنشاء سلطات رقابية (لجنة الأخلاقيات التى لم يكن لها ، في الحقيقة ، الا دور استشارى) . وظهور حركات مقاومة ، خاصة الحركات البيئية في الولايات المتحدة وجمهورية المانيا الاتحادية .

تعديلات البيئة وانتماء الانسان إلى الطبيعة

لقد حاول الانسان ، على مر الزمن ، أن يسيطر على الطبيعة . ومع عصر النور ، أخذ مشروع ديكارت **Descartes** « جعل الانسان سيد الطبيعة ومالكها » يتشكل وبدأت الطبيعة تخضع باطّراد للانسان وفقدت سلطتها التشريعية . وتطوير البيوتكنولوجيات يوفر في الواقع مجموعة من الوسائل الجديدة والقوية للسيطرة على بيئته . فمن المعالجات العلمية الوراثية التى تجرى على الحيوانات إلى تخليق « النباتات الممتازة » ستهيىء مختلف التكنولوجيات المتاحة على المدى المتوسط تغييراً حقيقيا في شكل ومدى خضوع الطبيعة للانسان .

الخطر البيئي

إن الأخطار البيئية المرتبطة بتطوير هذه التكنولوجيات وإن كانت بلا انحراف من الناحية الأخلاقية إلا أنها ذات أهمية بالنسبة لبيئتنا .

لقد كان عدد من التجارب التى أجراها رجال الصناعة أو معاهد البحوث موضوع مهاترات كما حدث مؤخرا في قضية **Jeremy Rifkins** التى شغلت المحاكم الأمريكية على مدى عدة شهور من سنة ١٩٨٤ . و« القضية » تخص هنا التعديل الهندسى الوراثى لبكتيريات وإطلاقها في مجال الطبيعة مما يترتب عليه مخاطر تأثير وحدوث اضطرابات في البيئة بتعديل التوازن البيئى « الطبيعى » . في نهاية ١٩٨٣ قدمت شكوى من **J.Rifkins** ضد الدكتور **S.E.Lindow** من جامعة كاليفورنيا ببركلي . لقد كان معمله يعتزم في الواقع أن يطلق في البيئة كائنات مجهرية معدلة هى الـ **Pseudomonas Syringae** وهذه البكتيريات تحفز

تكوين بلورات على سطح أوراق النبات فتحدث بذلك أضرار الصقيع . وعزل الجينة التى تسيطر على هذه الوظيفة ثم استخراجها يمكنان من القضاء على هذه الخاصية . وبتحسين مقاومة الصقيع على هذا النحو سيمكّن انتشار البكتيريا المعالجة من توفير ملايين الدولارات . وبينما أوقف القاضي J.J.Sirica تجربة الأستاذ Lindow ، منحت هيئة Recombinant DNA Advisory Committee في أول يونيو ١٩٨٤ موافقتها على مواصلة التجربة .

في تاريخ أحدث ، كانت التجربة التى أجراها مختبر البيولوجيا المجهرية في المعهد القومى للبحوث الزراعية في ديجون Dijon والتى مفادها حقن التربة ببكتريا معدلة بالهندسة الوراثية (مقاومة لمضاد حيوى هو الكناميسين Kanamicine) . وقد أثارت هذه التجربة قلق الحركات البيئية ، خاصة تدخل الحركة الألمانية « قوس قزح » لدى المجتمعات الأوروبية . وكان المطلب الرئيسي لهذه الحركات على النحو التالي : في غياب لوائح وتنظيمات واضحة بشأن التجارب الزراعية . ينبغى حظر أى إطلاق في الطبيعة لبكتريات معدلة بالهندسة الوراثية ، ففي الواقع وخلافا لما يحدث في الطب مثلا ، لاتوجد حاليا أى بنية رقابية على الهندسة الوراثية المطبقة على علم الزراعة .

وقد يكون من الاستخفاف تشبيه حركات المقاومة هذه بمجموعة من ردود الفعل الفردية إزاء الأخطار الملازمة للتكنولوجيات الجديدة ووصفها بأنها مناهضة للتقدم .

لقد نوهت لجنة الخبراء التابعة لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية ، في اجتماعها الذى عقدته في Castle Gandolfer (ابريل ١٩٨٥) بأنه ، إلى جانب الفرص التى توفرها البيوتكنولوجيات فانها تثير أيضا عدداً من المشكلات من ناحية المجال البيئى . وقالت إنه من الملحّ اتخاذ اجراءات لتفادى تكرار الأخطاء الماضية والتى أكثر نتائجها شهرة الكوارث البيئية المرتبطة بتكنولوجيا الكيمياء (Bhopal,1985) والهدروكربونيات (الموجات السوداء العديدة) والنوويات (تشرنوبيل ، ١٩٨٦) .

إن أخذ خطر التكنولوجيات بالاعتبار والاجراءات الوقائية المترتبة على ذلك انما هي معطيات ينبغي مراعاتها مراعاة مطردة ولو من وجهة نظر اقتصادية بحتة .

السيطرة على الطبيعة

ليس ثمة أى شك أن سلطة الانسان الجديدة تظهر على أحسن وجه من خلال معالجاته للحيوانات بالهندسة الوراثية وتخليق حيوانات معدلة وراثيا .

وتتمثل التقنية مثلا في زرع جينة أجنبية (مأخوذة من فصيلة مختلفة) في جنين حيوان ــ ثم يعاد فيما بعد زرع هذا الجنين في رحم أنثى من الفصيلة ذاتها ــ وقد كان أول نجاح علمى لهذه العملية في ١٩٨٢ حققه باحثون أمريكان توصلوا إلى تخليق فئران عملاقة بزرعهم جينة كودية في هرمونة النمو لفأر (Hgr) ثم للانسان (Hgh) . وهذا الانجاز العلمي الأول ، الذى تلاه نشر بيانات للجامعات التى ينتمى إليها الباحثون ، تتحدث عن امكانية تخليق « بقرات عملاقة ، ضخمة مثل الفيلة » ، أثار ردود فعل عديدة ايجابية وسلبية على حد سواء . وقد ظهرت فورا إمكانية خلق حيوانات حسب المقاس وتفي بأهداف متنوعة جداً : بقرات ، وهى بمثابة مصانع حية حقيقية تنتج مواد علاجية وحيوانات تصل إلى مرحلة البلوغ بمزيد من السرعة .

إلا أن الحال الراهنة للتقنيات تدل على أنه لاتزال هناك خطوة صعبة يجب خطوها للانتقال من الفأر العملاق الى الحيوانات الأليفة .

إن الأعمال التى أجريت على الحيوانات المعالجة بالهندسة الوراثية تثير أوجه قلق شديدة جداً خاصة من جانب المجموعات البيئية في الولايات المتحدة (Foundation on Economies Trends & Human Society of the US) وتنصب حملاتها على النواحى البيئية والاقتصادية وايضا الأخلاقية . وهى تدعى ان المعالجات بالهندسة الوراثية التى تجرى على الحيوانات وجعلها ممارسات مألوفة ، قد تصبح مقدمة لما يجرى منها على الانسان .

فيما يتجاوز المخاطر المتعَّرض لها ، إن انتشار النموذجية المتزايدة باضطراد

لبيئتنا ومعالجات الهندسة الوراثية المتزايدة القوة والموجهة إلى المملكة الحيوانية تثير التساؤل حول وضع الانسان ذاته . ففي عالم تحول إلى الاصطناعية ، كيف يرى الانسان طبيعته ذاتها ؟ وهل لايؤدى به ذلك إلى خلط أوراق القَدَر ؟ .

تعديلات تصوير الانسان

إن أوجه التقدم المرتبطة ببيولوجيا الخلية والجزيئه تهيىء اليوم توقع كافة أنواع احتمالات التطبيق على الانسان ونتيجة ذلك تعديل محسوس من الآن في أخذ الجسم البشرى في الاعتبار والذى سيصبح ، بكيفية متزايدة ، شيئاً علميا مجردا من أى سمة خاصة . ومثلما كتب **H.Atlan** : « لقد عودتنا البيولوجيا الخلوية والجزيئية على أن نستبعد من تصورنا لما هو حى ، الشخص الآدمى ككائن مستقل نسبيا ومسئول عن تصرفه » لمعاملته وإعتباره بقدر متزايد كمجموعة من الأنظمة البيوكميائية تتلخص في تفاعلات متبادلة جزيئية [٢] .

إن إدخال عدد من هذه التقنيات الجديدة وخاصة جعلها مألوفة ، سيترتب عليهما تعديل في تصوير الانسان . إن رؤية الشخص ككائن غير قابل للتجزئة في كلّيته ومن ثم جدير بالاحترام في كلّيته (جسما وعقلا) معرضة للتلاشى تدريجيا أمام تصور ميكانيكى لوجود الجسم البشرى يسبقه تصور ثنائى ينظر فيه إلى الشخص والجسم البشرى باعتبارهما كيانين متميزين . ومن هنا إلى جعل الممارسات على الجسم مألوفة ودارجة ، بينما كانت تعتبر حتى الآن غير لائقة بالاحترام الواجب للانسان ، خطوة واحدة يسهل خطوها .

الواقع أن عدداً كبيراً من هذه التقنيات ينطوى على سمة متناقضة فبينما تشكل في كثير من الأحيان تحسيناً واضحا للأوضاع الفردية ، قد يعرّض تعميمها أو إساءة استعمالها النظام الاجتماعي للخطر .

إن إدخال الجسم البشرى في الدائرة التجارية ينحدر به إلى مستوى الوسيلة حاملا مع ذلك ، مثلما يجري بالنسبة للطبيعة (طبيعة طبيعية وطبيعة اصطناعية) تلاشى القدسية مما يفتح الباب بكيفية تكاد تكون غير محسوسة

لانحرافات عديدة . ومن جهة أخرى إن السهولة التى يمكن بها استخدام بعض هذه التقنيات تجعل بعض الحواجز التى كانت تحمينا من أخطار الانحراف هشة فعلى سبيل المثال ، التقنيات المنبثقة من الإخصاب في الأنابيب ونقل الجنين يمكن استخدامها لأغراض تحسين النسل (الأوجينية) .

إلى جانب المخاوف المرتبطة بالاغراء « بخلق جنس متفوق » (لنذكر انشاء بنك جينات في ١٩٧٧ من الحاصلين على جائزة نوبل) والذى يعيد الى الذاكرة المشروعات النازية المؤسفة المتعلقة بالجنس الآرى (أوجينية بدأها و « برمجها علماء برمجة منطقية جداً » ، تثير التقنيات الجديدة سلسلة من المسائل الجديدة : هل يمكن طرح أنسجة وخلايا الجسم البشرى للتجارة ؛ أى تقنية مرتبطة بالتناسل الاصطناعى يحق اليوم استخدامها دون وجل ؟ إلى أى حد من القامة البشرية يمكن استخدام هرمونة النمو دون الاصطدام بخطر انحراف استخدام هذا « الدواء » ؟ ؛ كيف يمكن التصرف بالفائض من الأجنة المجمّدة ؟ هل لها كيان بشرى ؟ .

لقد اخترنا هنا أولا الخوض في ثلاثة أنماط كبرى لتطبيق هذه التقنيات الجديدة وإيضاح طبيعة المسائل التى تثار وضرورة الاسراع في تحديد الوضع منها .

إستخدام الأنسجة والخلايا البشرية الأصل والاتجار بها

في ١٩٨١ خلّق باحث من جامعة في كاليفورنيا سلالة هبريدوم خلوية لإفراز أجسام مضادة مناهضة للخلايا السرطانية . واقترح الدكتور هاجيوارا Hagiwara استخدام خلايا من والدته التى تعاني من سرطان في الرقبة . وبذلك تم تخليق هبريدوم يفرز جسما مضاداً مناهضا للأورام . وفيما بعد ، عاد الدكتور هاجيوارا إلى اليابان حاملا معه مزرعة من سلالات هبريدوم وطالب بحقوق الملكية للجسم المضاد . في ١٩٨٣ ، توصل الطرفان إلى اتفاق : تحتفظ الجامعة الأمريكية بكافة حقوقها بينا يحصل هاجيوارا على براءة تجعل حق الملكية مقصورا عليه في آسيا .

في هذا المثل ، يعترف بوضوح بحق الاتجار بخلايا من أصل بشرى ومن ثم بالملكية التجارية لأجزاء من الجسم البشرى . وتثار هذه المسائل بالكيفية ذاتها فيما يتعلق بـ « نفايات (فضلات) المستشفيات » والأجنة الفائضة الناتجة عن الإخصاب في الأنابيب ونقل الأجنة المزروعة : ماهى العلاقات القائمة بين هوية شخص وخلاياه أو أنسجته ، هل للفرد حقوق على أنسجة أو خلايا مستخرجة جراحيا من جسمه وتعتبر حاليا « نفايات » ؛ إلى أى حد يجوز ممارسة الإتجار بالأنسجة البشرية ؟!

ومن خلال الإتجار بأجزاء الجسم البشرى تَمُتّ المسألة التى تثار إلى احترام الشخصية البشرية . والخطر المتعرض له هو ، كما رأينا ، الانزلاق اللاشعورى وغير القابل للانعكاس نحو رؤية ميكانيكية للجسم البشرى يترتب عليها مع الزمن ثنائية بين الجسم والروح .

إن تطور الأحكام القضائية يبين أن تشريع الولايات المتحدة يتجه منذ الآن نحو الاعتراف بقيمة تجارية على الأخص للمنتجات المنبثقة من الأنسجة البشرية (بيع الدم وتأجير الرحم مقبولان اليوم) .

وثمة خطر يبدو أنه مرتبط حتما بخلق قيمة تجارية لأنسجة الجسم البشرى وخلاياه ، وهو الانزلاق نحو وضع يبيع فيه الفقراء الأنسجة والخلايا المنبثقة من جسمهم لصالح طبقات أيسر .

الأوجينية (تحسين النسل)

إن التشخيص الدقيق لبعض الأمراض الوراثية وتقدم وتحسين تقنيات نقل الجينات يجيزان التوقع ان بعد بضع سنوات سيصبح من المستطاع معالجة عدد من هذه الأمراض بتطعيم جينات على الخلايا البشرية (اختبار أجراه فعلا كلاين Cline على مريضين مصابين بالتلاساميا Thalassamie وهو نوع من الأنيميا) .

وسيمكن التحليل المبكّر للأجنة (قبل بداية الحمل) من تحديد الأجنة الحاملة لتشوهات جينيه وراثية ومن ثم النظر ، في حالة الأمراض المعتبرة خطيرة وغير قابلة للشفاء ، فى عدم إعادة زرع الجنين أو إحداث الاجهاض . وهذا الشكل من الأوجينية السلبية ، بانتشاره ، قد يمتد إلى بعض الأمراض البسيطة بل إلى أجنة تحمل جينات ذات استعداد فقط لبعض الأمراض بل إلى بعض الخصائص التى تحدد جينيا : إن اختيار الجنس هو واحد فقط من أمثلة أسهل الانجازات على المدى القصير .

وأخطر من ذلك استخدامات التقنيات التى تستهدف أوجينية ايجابية بتعديل جينوم (فصيلة) الأجنة المقبلة . فمن المستطاع في الواقع تصور إدخال جينات على جنين ، تحمل خاصة معينة أو أخرى إلا أنه إزاء تعقد تحديد السمات والخصائص الوراثية ، ليست هذه التقنيات وشيكة التطبيق .

ويمكن أيضا في هذا المجال تصنيف الاستخدام المفرط لهرمونة النمو ، حيث أن بعض الشركات تستعد من الآن للسوق المحتملة التى تمثلها معالجة الأفراد الداخلين في الـ ٣٪ الأكثر قصراً .

إن الأخطار المرتبطة بانحراف استخدام هذه التقنيات واضحة : خلق أو تصنيع كائنات بشرية مطابقة لجنس يعتبر متفوقا (بنك منوى من حائزين على جوائز نوبل) أو جنس مخصص لبعض الوظائف في المجتمع . وعلى عكس ذلك القضاء على بعض الأفراد (تعقيم الأجنة أو القضاء عليها) يعتقد أنهم منحطون جينيا .

كثيرا مايستاء المجتمع العلمى من ذكر هذه الإحتمالات المثيرة للمخاوف والقلق إذ يرى فيها مبالغة لامبرر لها لاحتمالات الانحراف . إلا أنه يكفى الإلتفات إلى ماضينا الحديث ليتبين لنا أن ليس في الأمر نظريات لا أساس لها : تعقيم الأفراد المعتبرين منحطين جينيا ، ومرضى الخمر والبلهاء والمتشردين ... في الولايات المتحدة بين ١٩٠٧ و١٩٣١ ، وممارسة جراحة فصوص المخ الجبهية في السود أيضا في الولايات المتحدة بعد الحرب العالمية الثانية وانتشار اليوجينية النازية التي كانت

تستند إلى « نظريات علمية » ... [١٩] واليوم أيضا تصادف أشكال من اليوجينية . ففى سنغافورة مثلا ، النساء الحاصلات على شهادات يشجعن على الانجاب بينما تعاقب الأخريات .

إن الأفكار اليوجينية أبعد ماتكون عن الانقراض بل إنها تعاود الظهور على نطاق واسع خاصة بواسطة تيار البيولوجيا الاجتماعية النشط جداً في الولايات المتحدة (وممثلها البيولوجى E.O.Wilson . وفيما يتعلق بنقد البيولوجيا الاجتماعية ، راجع R.Lowantin و S.Rose و L.Kamin في المؤلف السابق ذكره) واليمين الجديد في أوروبا .

فكل هذه الأخطار الانحرافية ليست إذن مستبعدة من مجال المحتملات (خاصة في ظل الأنظمة الشمولية) ؛ لذلك يجب النظر في تلك التقنيات بأقصى الحذر .

إن تشكيل لجنة قومية للأخلاقيات في جميع البلدان تقريبا مرده الحرص على التيقظ إزاء أخطار الانحراف هذه . إلا أن رأي هذه اللجان استشارى بحت ولاتتبناه بنيات تنفيذية . وإزاء الضغوط الاقتصادية أو السياسية وأيضا الطلب الاجتماعى ، هناك خطر كبير بأن يصبح رأيها مطروحا جانبا كما هو الحال مثلا في فرنسا للأمهات الحاملات (لا الحوامل) .

تقنيات التناسل الاصطناعى

ولدت لويز براون ، أولى أطفال الأنابيب ، في بريطانيا في ١٩٧٨ . وفي ١٩٨٢ جاء دور الطفلة الفرنسية الأولى من هذه الفئة مع مولد اماندين . وفي نهاية ١٩٨٥ كان في بريطانيا ٢٣٠٠ من أطفال الأنابيب ولدوا منذ ١٩٧٨ و٣٠٠ في فرنسا منذ ١٩٨٢ . إن أثار هذه التقنيات الجديدة هى التى تثير التساؤلات أكثر من الأهمية العددية .

في البداية كان الإخصاب في الأنبوب ونقل الجنين شكلا من أشكال مكافحة العقم فأصبح اليوم يهيىء استعمالات جديدة : منح بويضات ، منح

أجنة ، إقراض الرحم ، تشخيصات جينية مبكرة للجنين [٢٠] ...

إن أخطار انحراف التقنيات المرتبطة بالإخصاب في الأنبوب ونقل الجنين عديدة :

ــ قد يحل التأجير محل إقراض الرحم ، كما هو الحال على مايبدو في الولايات المتحدة حيث تؤجر أم حامله رحمها مقابل ١٠٠٠٠ دولار . وعلاوة على هذه المشكلة التى تمثل مبادلة تجارية ، تثار مشكلة العلاقات السيكولوجية والعاطفية بين الأمهات الحاملات والأمهات التناسليات أو المتبنيات والطفل . ويضاف أخيرا إلى كل ذلك خطر استغلال أمهات حاملات فقيرات لصالح أبوين ميسورين (وهو خطر يصادف أيضا في الاتجار بالأنسجة أو الخلايا المنبثقة من الجسم البشرى) . ولنلاحظ أن لجنتى الأخلاقيات الفرنسية والبريطانية شجبتا في ١٩٨٤ الالتجاء إلى هذه التقنية .

ــ التشخيص الجينى المبكر للجنين ينتج الكشف عن أمراض وراثية ، والجنس والفائدة العلاجية واضحة ، مثل الأخطار أيضا : اختيار الجنس « طفل حسب الطلب » وخاصة أى تحديد لمستوى العيوب الذى يبرر « القضاء » على الجنين . وكما يقول J.Testart التشخيص يسبق الحمل فيقلل أخطار الانحراف ؛

ــ مامصير الأجنة الفائضة المجمّدة المنبثقة من استعمال الإخصاب في الأنبوب ونقل الجنين وماهو الوضع القانونى للبيضة الخارجية ؟

إن هناك العديد من الأسئلة تطرح اليوم . ولا يسعنا إلا ذكرها : استنساخ الأجنة ، التصحيح في مرحلة الجنين ، الحمل الذكرى ، الأجنة المنبثقة من اتحاد بويضتين [١٩ ، ٢٠] . ومن جهة أخرى ثمة خطر تطور كل هذه التقنيات برمتها على حساب البحوث عن علاجات لمختلف أشكال العقم .

بصفة أكثر شمولا تسبب كل هذه التقنيات تفجّر فكرة الآباء (الأم الجينية ، الأم الحاملة ، الأم المتبنية) ، وهذا يثير مسائل ذات صبغة قانونية وأخلاقية . والتساؤل من جديد حول تصور الشخص الآدمى مع الوضع القانونى للأجنة المجمدة ، بوجه خاص ..

الخلاصـــة

ستظل السبعينيات متميزة بتغيير كبير : الإدراك العميق للآليات التى تشكل أساس تنظيم وتناسل ماهو حى يهيىء تصور الأدوات القوية للغاية التى ستعطى لمشروع ديكارت معناه الكامل . فالبيوتكنولوجيات المؤسسة على مبدأ عالمية القانون الجينى من شأنها أن تستخدم في معظم الأنشطة الانتاجية . إلا أنها حاليا تشكل اساسا قدرة يتوقف إعمالها على عوامل اقتصادية واجتماعية اكثر مما يستند الى أوجه تقدم غير مؤكدة لعلم خارجى النمو .

وهكذا ينبغى إعادة تحديد وضع تطوير البيوتكنولوجيات في لعبة التفاعلات المعقدة بين العلم والتقنية والمجتمع ، وهذا يؤدى حتما إلى طرح الأسئلة التالية : هل ستغير البيوتكنولوجيات المجتمع ؟ وهل هى تشكل عامل خروج من أزمة ؟

إن الأزمة الاقتصادية مؤاتية للتغيير لأنها تثير من جديد التوازنات القائمة . وتستفيد البيوتكنولوجيات من هذه الظاهرة العامة التى تهيىء لنظام جديد أن يتشكل وأن يفرض نفسه كمعيار للمجتمع . ومن وجهة النظر هذه تساهم عناصر التحليل التى عرضناها في تحديد سمة هذا النظام الجديد وسنعود هنا إلى فكرتين اساسيتين :

لاينفصم انبثاق البيوتكنولوجيات عن انبثاق « التكنولوجيات الرفيعة » التى تستمد عناصر تشكيلها من مصادر المعرفة . وتصبح البحوث الأساسية عوامل تخلق مباشرة قيمة وهذا يحدث تحول بنيات انتاج المعرفة . ولهذا التحول آثار فيما

يخص العلاقات بين البحث والصناعة . وهى اذ تنضم إلى تدويل التكنولوجيا يكون لها أيضا أثار جيوسياسية . والتعاون الضرورى في مجهود البحوث والتطوير يوثق العلاقات بين اليابان والولايات المتحدة ، إزاء هذا التحالف تصبح « أوروبا التقنية » حتمية ملحة وعاجلة . ولاتبقى هذه التطورات بدون آثار على تنظيم واستراتيجيات المجموعات الصناعية . وأشكال التنظيم التى تظهر تميل إلى تحسين القدرة الابتكارية والتوافق مع التغيير . فينشأ نظام ينطوى على المزيد من اللامركزية وأقل تدرجا فى الترتيب الوظيفى ، وذو اتجاه عمودى أقل . كما تظهر أيضا مجموعات تجمع المراحل المختلفة لعمليات الانتاج بل تسعى إلى روابط التعاون التى تستند إلى تكاملات الكفاءة وتحد من الاستثمارات غير القابلة للانعكاس : إن المؤسسة اليابانية تشكل على نحو ما نموذج تنظيم مجموعات الغد الصناعية .

تتميز البيوتكنولوجيات بالشك الشديد جداً . إن ديناميتها تتوقف أساسا على الاستراتيجيات التى يتم إرساؤها . غير أن البيوتكنولوجيات تقيم بنيات وتحدث تطورا غير قابل للانعكاس في الحياة الاقتصادية وخاصة في الحياة الفكرية والاجتماعية . وخارج المشاكل المتعلقة بتنظيم البحث يظهر هذا التطور بصفة خاصة في مجالين :

مجال قابلية ماهو حي لاصدار البراءات ومجال الأخلاقيات الحيوية . هل ماهو حي مجرد وسيلة وعامل تنافس خاضع لحق المنافسة ؟ هل يمكن التلاعب بجسم الانسان ومعالجته وهل يجوز إدخال أجزاء الجسم البشرى في دائرة التجارة ؟ دون الاقلال من أهمية الدينامية الاقتصادية ، يبدو أن التحدى الحقيقى ، أى عامل البيوتكنولوجيات ، يقع في مجال إعادة تحديد علاقات الانسان بالطبيعة ويتجاوز ذلك في مجال تصور الانسان ، فإما أنه من المستطاع التوصل إلى توافق جديد في الرأى بمجهود خلاق وبالتشاور ، ففى هذه الحالة تستطيع البيوتكنولوجيات أن تتطور وتسهم في بعث النشاط الاقتصادى أو أن المشاكل لا تعالج إلا كل واحدة على حدة ، تحت ضغط القيود الاقتصادية القصيرة الأجل . وفي هذه الحال ستكون البيوتكنولوجيات مصدر نزاع قد تخلط فيه البشرية أوراق القدر .

المراجع

مؤلفات اساسية

[1] BULL A.T., HOLT G., LILLY M.D., *Biotechnologie : tendances et perspectives internationales*, OCDE, Paris, 1982.

[2] DARBON P., ROBIN J. (Coord.), *Le Jaillissement des biotechnologies*, Fayard, Paris, Fondation Diderot, 1987.

[3] OLSON S., *Biotechnology : an Industry Comes of Age*, National Academic Press, Washington D.C., 1986.

[4] OTA, *Commercial Biotechnology : an International Analysis*, Congress of the United States, OTA, Washington D.C., 1984.

[5] PELISSOLO J.C., *La Biotechnologie demain*, La Documentation française, Paris, 1980.

[6] *Revue d'économie industrielle*, numéro spécial, n° 18, 4e trimestre 1981.

مراجع محددة

النهج التقنى الإقتصادى

[7] DOUZOU P., DURAND G., KOURILSKY P., SIGLET G., *Les Biotechnologies*, « Que sais-je ? », PUF, Paris, 1983.

[8] *La Recherche*, numéro spécial, « L'avenir des biotechnologies », n° 188, mai 1987.

استراتيجيات الوكلاء

[9] BYE P., MOUNIER M., « Les Futurs alimentaires et énergétiques des biotechnologies », *Économies et Sociétés*, n° spécial, nov. 1985.

[10] DALY P., *The Biotechnology Business. A Strategic Analysis*, Frances Pinter, Londres, 1985.

[11] FAIBIS L., RAUGEL J.P., *Les Sociétés spécialisées en biotechnologies dans le monde*, DAFSA, Paris, 1986.

[12] DUCOS C., JOLY P.B., *Innovation et concurrence : l'industrie des semences face aux biotechnologies*, thèse de doctorat de Sciences économiques, Toulouse, mars 1987.
[13] KENNEY M., « Schumpeterian Innovation and Entrepreneurs in Capitalism : a Case Study of the US Biotechnology Industry », *Research Policy*, 15, 1986, p. 21-31.

البيوتكنولوجيا والبراءات

[14] BEIER F.K., CRESPI R.S., STRAUS J., *Biotechnologie et protection par brevet — Une analyse internationale*, OCDE, Paris, 1985.
[15] EDELMAN B., « Vers une approche juridique du vivant », *Recueil Dalloz*, Sirey, 17 déc. 1980.
[16] HERMITTE M.A. (Dir.), *Le Droit du génie génétique végétal*, Librairies Techniques, Paris, 1987.

البيوتكنولوجيا والعالم الثالث

[17] HOBBELINK H., *New Hope or False Promise : Biotechnology and Third World Agriculture*, ICDA, Bruxelles, 1987.
[18] SASSON A., *Quelles biotechnologies pour les pays en développement*, Biofutur/UNESCO, Paris, 1986.

البيوتكنولوجيات والمشاكل الأخلاقية

[19] BLANC M., *L'Ère de la génétique*, La Découverte, Paris, 1986.
[20] TESTART J., *L'Œuf transparent*, « Champs », Flammarion, Paris, 1986.

منوعات

Dépouillement systématique des revues : Biofutur, Bio/Technology, Genetic Engineering News, La Recherche, Science.
Utilisation des études du cabinet Precepta (Paris) pour les données industrielles.

المحتويات — صفحة

هذا الكتاب ..

البيوتكنولوجيا : عرفت هذه الكلمة منذ حوالى خمسة عشر عاما ولكنها أصبحت اليوم من ألفاظنا الشائعة . إنها أبعد ماتكون من فراغها من كل مضمون عاطفى ، بل إنها تحمل مشاعر متنوعة جداً تتراوح بين التعجب أمام الامكانات الهائلة التى فتح أبوابها الاستخدام اللامحدود تقريبا لما هو حي .

إن أول الأمثلة التطبيقية التى ذكرتها الصحافة إنما هى انعكاس لهذه الآمال ولهذه المخاوف ، وتقدم البيوتكنولوجيات كأنها قبعة ساحر خرافية تخرج « بقرات ضخمة بحجم الفيلة » وأطفالا حسب الطلب ونباتات تتفتح وسط الصحراء ، والانتصار الفورى تقريبا في مكافحة بعض الأمراض الكبرى (الإيدز والسرطان) ...





دار المستقبل العربى